

明 細 書

光学接続構造および光学接続方法

技術分野

- [0001] 本発明は、光伝送媒体同士、または光伝送媒体と光学部品とを接続した光学接続構造、およびそれを形成する光学接続方法に関する。

背景技術

- [0002] 光ファイバの接続方法としては、光ファイバ同士、あるいは光ファイバを挿入したフェルール同士を突き合わせることににより、物理的に接続する方法が一般的によく用いられている。その場合の例として、メカニカルスプライス、光コネクタ等が挙げられるが、一般に永久接続の場合はメカニカルスプライスが、また着脱が頻繁に行われる場合には光コネクタが有効であり、広く利用されている。両者ともに光ファイバ端面に、軸方向の押圧力をかけることによって物理的な接続をさせるが、光コネクタ接続の場合は、一般的には光ファイバが脆くて弱いために、光ファイバをフェルールに挿入して保護し、それにより光ファイバの端面の物理的接触を可能にしている。
- [0003] この物理的な接続において、光ファイバの位置決め精度や端面形状は、接続特性に大きく影響する。例えば、端面の角度のずれや端面形状が荒れていたりすると、突き合わせた光ファイバ端部間に空気が入ることにより、接続端面でフレネル反射が大きくなる為、接続損失が大きくなるという問題がある。
- [0004] これを改良する方法として、これまで様々な研究がなされている。その一つとして、例えば光ファイバの端面あるいは光ファイバの端面とフェルールを高度に研磨処理をする方法が挙げられる。しかしながら、研磨処理には多大な時間と経費が必要であり、汎用的に行われる接続方法としては問題があり、その改善が大きな課題となっていた。
- [0005] さらに、研磨工程を必要とせずに、カットしたままの状態の光ファイバを接続する方法が検討されている。その一つとして、光ファイバの接続端面に光ファイバのコアと同等、あるいは近似した屈折率を有する液状またはグリース状の屈折率整合剤を介在させて接続する方法が提案されている。この方法は、屈折率整合剤を光ファイバ端

面に塗布し、光ファイバを突き合わせるものであり、それによって、接続端面への空気の侵入を防ぎ、空気によって生じるフレネル反射を回避し、接続損失を低減する。しかしながら、この方法では、一般には屈折率整合剤として、シリコン系やパラフィン系の液状或いはグリース状のものが使用されているために、非常に小さな面積である光ファイバ端面に一定量の屈折率整合剤を塗布することが困難である。そしてもしも屈折率整合剤が過剰に塗布されると、接続部周囲の汚染や、それによる埃などの付着が問題となる。さらに、この方法に用いる屈折率整合剤は一般的に流れ易い性質を有しているために、接続部から流出し、光学的な安定性を得ることが困難となる。さらにまた、液状またはグリース状の屈折率整合剤を使用して光ファイバを着脱可能にすると、着脱毎に屈折率整合剤の拭き取りや、再度一定量塗布する作業が必要になるために多大な時間がかかり、作業効率が悪いという問題があった。

[0006] これに対し、固体の屈折率整合部材を用いる方法が検討されている。例えば、光ファイバの端面に透明な整合材フィルムを接着層、粘着材層を介さずに直接密着するように取りつけた構造のもの(特許文献1)、または、光ファイバのコアの接続端部にコアの屈折率と近似した屈折率を有する柔軟な光透過体或いは弾性体を介在させた構造のもの(特許文献2および3)が提案されている。しかしながら、前者は整合材フィルムに密着させるための光ファイバの押圧力の調節が難しく、過剰な押圧力がかかると光ファイバに割れや欠けが起こる可能性があった。後者においても弾性体の弾性力のみでは十分な密着性を得ることができず、結果的に過剰な押圧力がかかる恐れがあった。さらに両者は、光ファイバの接続時の固定状態が維持されないため、屈折率整合部材の機械的あるいは熱的な要因による膨張、収縮による影響を受けやすく、常に安定した接続形態を保つことは困難であった。

[0007] また、従来用いられている液状またはグリース状の屈折率整合剤および固体の屈折率整合部材では、光ファイバ接続時の固定状態が維持されないため、機械的或いは熱的な要因によって、膨張、収縮により、影響を受けやすく、常に安定した接続形態を保つことは困難であった。具体的には、機械的振動や膨張収縮により、光ファイバの間隔が微小に変化するため、液状またはグリース状の屈折率整合剤を用いた場合は、屈折率整合剤がその間隙から流れ出してしまうことがあった。また、固体の屈

折率整合部材を用いた場合は、屈折率整合部材と光ファイバ端面間が容易に離れてしまうため、ファイバ間の間隙に空気が入りこみ、気泡が介在して、光学特性を不良にする恐れがあった。

[0008] また、光ファイバの接続部の片面に粘着材が塗布された誘電体膜を貼り付ける方法が提案されている(特許文献4)。この方法によれば、誘電体膜の片面が粘着性を有するために片側の光ファイバとの密着性及び保持力を上げることができるが、他方の面の密着力が十分でなく、上記と同様に光ファイバが破損する恐れがあった。また粘着材層と誘電体膜との2層構造であるために、各層の界面の間でも反射が起きるため、接続損失が起きてしまうという問題があった。さらに粘着材層が薄膜であるために、粘着材層表面の強度は弱く、突き合わせた光ファイバの端面や、そのバリによって傷が付き易いという問題があった。

[0009] さらにまた、屈折率整合性をもつ部材(酸化膜)を光伝送媒体に密着するように設ける方法として、光ファイバのコア端面よりレーザー光を入射して光出力端面にレーザー光による熱酸化膜を形成する方法が提案されている(特許文献5)。この場合、レーザー光の強度調節や酸化膜の原材料の供給量、酸化膜原料液体の温度により酸化膜状態が変化するため、所定の状態に調節することが困難となり、生産効率が悪かった。また、液状の原料をガス化して反応室に送り込む装置が必要となり、設備にかかる費用からコスト高を引き起こしていた。

特許文献1:特許第2676705号公報

特許文献2:特開2001-324641号公報

特許文献3:特開平05-34532号公報

特許文献4:特開昭55-153912号公報

特許文献5:特開平05-157935号公報。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 以上のごとく、現状の光ファイバに押圧をかけて光ファイバ端面同士を突き当て接続する方法及び屈折率整合剤を用いる方法においては、上記のような問題が発生している。これらの問題を解決すべく、様々な提案がなされているが、本発明は、これら

従来の提案よりも簡単な構造で、光ファイバを密着した状態で保持し、さらに簡便に装着、着脱ができ、光学安定性に優れた接続を可能とする光学接続構造及び光学接続方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明者等は、検討の結果、固形の粘着性接続部材を用いることにより、光ファイバ等の光伝送媒体同士あるいは光伝送媒体と光学部品との光学接続を非常に簡単に行うことができることを見出し、本発明を完成するに至った。
- [0012] すなわち、本発明の光学接続構造は、互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品との間に、屈折率整合性を有する固形の粘着性接続部材が単一層の状態で密着して介在することを特徴とする。
- [0013] なお、本発明において、用語「固形の粘着性接続部材」とは、常温において、静的な状態で流動せずに所定の形状を保持する粘着性接続部材を意味する。
- [0014] 本発明において、粘着性接続部材の接続部における接続後の厚み、すなわち、互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品との間に介在する粘着性接続部材の厚みが、 $50\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。また、上記粘着性接続部材の粘着保持距離が $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。また、上記粘着性接続部材は、シリコーン樹脂またはアクリル樹脂から構成されるのが好ましい。
- [0015] 本発明においては、前記光伝送媒体が前記粘着性接続部材と接触する端面の中心から該粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値 D と、該光伝送媒体の半径 R とが、
$$R < D \leq 60R$$
の関係を満たすことが好ましい。また、前記粘着性接続部材は、その周縁部が支持部材によって支持されていてもよい。
- [0016] 本発明の光学接続構造の具体的な態様において、光学接続構造は、互いに対向するコアを有する光伝送媒体の間、またはコアを有する光伝送媒体と光学部品との間に、屈折率整合性を有する単一層からなる粘着性接続部材が挟置されたものであって、光伝送媒体のコアの中心から粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値を D_1 、最大値を D_2 、光伝送媒体の半径を R 、光伝送媒体のコアの半径を r としたとき

、 $D_1 \geq r$ 、かつ、 $D_2 \leq 1.5R$ を満足することを特徴とする。

- [0017] 本発明の光学接続構造の他の具体的な態様において、光学接続構造は、少なくとも一つの光ファイバ整列孔を有し、該光ファイバ整列孔内に光ファイバを固定した一対のフェルルール同士を、または、該フェルルールを含む一対のプラグ同士を、屈折率整合性を有する固形の粘着性接続部材を挟んで突き合わせて光学接続したものであって、該粘着性接続部材として、単一層からなるシート状粘着材を用いたことを特徴とする。
- [0018] この場合、前記フェルルール同士または前記プラグ同士を位置合わせするための部材が具備されていてもよい。また、前記位置合わせをするための部材が割スリーブであり、その割スリーブ内でフェルルール同士またはプラグ同士が前記粘着性接続部材を挟んで突合わされていてもよい。
- [0019] また、上記光学接続構造において、位置合わせをするための部材がガイドピンであり、前記フェルルールまたはプラグがガイドピン孔を有し、相対するガイドピン孔にガイドピンを挿入することによってフェルルールまたはプラグの位置合わせが行われたものであってもよい。
- [0020] また、本発明の上記光学接続構造においては、前記フェルルールまたはプラグがアダプタに装着され、前記固形の粘着性接続部材がアダプタ内部に保持されており、そしてフェルルール同士またはプラグ同士がアダプタ内部で粘着性接続部材を挟んで突合わされて光学接続していてもよい。その場合、粘着性接続部材が単独でアダプタに保持されていてもよく、あるいは粘着性接続部材が支持部材に支持された状態でアダプタに保持されていてもよい。
- [0021] 本発明の上記光学接続構造においては、粘着性接続部材が支持部材によって支持されていてもよく、そして、粘着性接続部材を支持している前記支持部材は割スリーブ内に装着されていてもよい。また、粘着性接続部材を支持している支持部材は、筒状部材からなり、該筒状部材の一端に粘着性接続部材が支持され、筒状部材の他端が前記フェルルールまたはアダプタに嵌合するものであってもよい。
- [0022] 本発明の光学接続構造のさらに他の具体的な態様において、光学接続構造は、少なくとも一対の光伝送媒体と、整列溝を有する整列部材と、屈折率整合性を有する

自由に変形する固形の粘着性接続部材と、該粘着性接続部材を支持する支持部材とを備えたものであって、前記整列部材の整列溝内に少なくとも一対の光伝送媒体の端面を対向して載置させ、前記光伝送媒体間の整列溝上部に支持部材を載置させて、粘着性接続部材を挟んで少なくとも一対の光伝送媒体が光学接続されたことを特徴とする。

[0023] 上記の光学接続構造において、前記整列部材には、整列溝に交差する方向に、支持部材を載置するための溝が設けられていてもよい。また、上記の光学接続構造において、支持部材が少なくとも一つの突起部を有し、そして整列部材が少なくとも一つの孔を有していてもよい。その場合、整列部材の孔に支持部材の突起部を挿入して固定し、支持部材を整列溝上部に載置することができる。

[0024] 本発明の光学接続方法の第1の態様は、光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有するシート状粘着性接続部材を用いて、光伝送媒体の端面同士または光伝送媒体の端面と光学部品を接続する方法であって、互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品の間にシート状粘着性接続部材を配置する工程と、一方の光伝送媒体の端面をシート状粘着性接続部材に密着するまで移動する工程と、該一方の光伝送媒体の端面を、前記シート状粘着性接続部材が変形を伴って他方の該光伝送媒体または光学部品に密着するまでさらに移動させる工程とからなることを特徴とする。

[0025] 本発明の光学接続方法の第2の態様は、光伝送媒体の端面をシート状粘着性接続部材に押し当てて密着させたまま、シート状粘着性接続部材を光伝送媒体に対して光伝送媒体の軸方向に相対的に移動させることにより、シート状粘着性接続部材の一部を端面に付着した状態で切り離す工程、および端面に固形の粘着性接続部材が付着した光伝送媒体を、他の光伝送媒体または光学部品と接合する工程を有することを特徴とする。この場合、シート状粘着性接続部材が端面処理部材に支持されていてもよい。また、前記端面処理部材は光伝送媒体を挿入するための貫通孔を有し、端面処理部材の一端にシート状粘着性接続部材が貫通孔を塞ぐように貼着されていてもよい。

[0026] 上記の光学接続方法について、光伝送媒体として端部を被覆除去し、カットした光

ファイバを用いる場合を例にして更に具体的に説明する。まず、光ファイバの端部が上記のシート状粘着性接続部材に密着するまで、光ファイバをシート状粘着性接続部材に対して相対的に移動させる。次に光ファイバを、さらに軸方向に移動させることにより、シート状粘着性接続部材の一部が光ファイバの端面に貼着した状態で切り離され、光ファイバ端面に粘着性接続部材が貼着して、光ファイバの端面処理が行なわれる。この方法の場合は、光ファイバの移動だけで容易に光ファイバ端部に粘着性接続部材を貼着させることができ、複雑な装置や高額な設備を用いる必要がない。続いて、この端面処理された光ファイバを、他の光ファイバその他の光学部品と突き合わせて光学接合し、本発明の光学接続構造が作製される。

[0027] なお、本明細書において、「シート状粘着性接続部材を光伝送媒体に対して光伝送媒体の軸方向に相対的に移動させる」とは、粘着性接続部材および光ファイバのいずれを移動してもよいことを意味する。また、その移動速度や移動距離は適宜選択して用いればよい。

[0028] 本発明の光学接続方法の第3の態様は、少なくとも一对の光伝送媒体と、整列溝を有する整列部材と、屈折率整合性を有する自由に変形する固形の粘着性接続部材と、それを支持する支持部材とを用いて光学接続構造を形成する光学接続方法であって、前記整列部材の整列溝内に少なくとも一对の光伝送媒体の端面を対向して載置させる工程と、対向する光伝送媒体の間の整列溝の上に自由に変形する固形の粘着性接続部材を支持した支持部材を載置させる工程と、対向する光伝送媒体を前記粘着性接続部材を挟んで突合せて光学接続する工程とを有することを特徴とする。

[0029] まず、本発明の光学接続構造について説明する。本発明で用いられる光伝送媒体としては、上記した光ファイバのほかに光導波路などがあげられるが、その種類は特に限定されず、光を伝送するものであれば如何なるものでもよい。また、光ファイバも何等限定されるものではなく、その用途に応じて適宜選択すればよい。例えば、石英、プラスチック等の材料からなる光ファイバを用いることができ、ホーリーファイバも利用可能である。また、光導波路としては、ポリイミド光導波路、PMMA光導波路、エポキシ光導波路などが利用される。さらに、使用する二つの光伝送媒体の種類が異

なっている固形の粘着性接続部材の濡れ性により密着するので、安定して接続させることが可能である。また、異なる外径の光伝送媒体であっても、コア径が同じであれば、本発明を適用することができる。なお、光ファイバの本数、光導波路の枚数も何等限定されるものではなく、複数本の光ファイバよりなる光ファイバテープ心線を用いることもできる。

[0030] 本発明において光伝送媒体と光学接続される光学部品としては、光学レンズ、フィルタなどがあげられ、その種類に関しては特に限定されるものではない。光学レンズは、例えば両凸、両凹、凹凸、平凸、非球面等の各種形状を有するものや、コリメートレンズ、ロッドレンズなどがあげられ、フィルタとしては、例えば一般光通信用フィルタのほか、多層膜フィルタやポリイミドフィルタ等があげられる。

[0031] 本発明に用いる固形の粘着性接続部材は、光伝送媒体または光学部品に接触したときに、適度なタック性を伴って、光伝送媒体の端部に密着する部材であればよい。好ましくは、光伝送媒体との間で脱着性を有し、凝集破壊せず、取り外した光伝送媒体に付着しない粘着性材料が使用される。具体的には、高分子材料、例えばアクリル系、エポキシ系、ビニル系、シリコーン系、ゴム系、ウレタン系、メタクリル系、ナイロン系、ビスフェノール系、ジオール系、ポリイミド系、フッ素化エポキシ系、フッ素化アクリル系等の各種粘着材を使用することができる。それらの中でも、耐環境性、接着性、その他の面から、シリコーン系およびアクリル系粘着材が特に好ましく使用される。なお、材料によっては多孔構造となることもあるが、接続時に粘着性接続部材に適当な押圧力を加えることにより、粘着性接続部材を圧縮すれば、空気をなくすこともでき、光損失に影響を与えない。

[0032] 本発明に用いるシリコーン系粘着材とは、主鎖の骨格がSi-O-Si結合(シロキサン結合)からなる粘着材を意味し、シリコーンゴムまたはシリコーンレジンで構成される。それらは、有機溶剤の溶解した状態で塗布して固化または成膜される。シリコーンゴムの主ポリマーは、直鎖状のポリジメチルシロキサンであって、メチル基の一部をフェニル基やビニル基に置換したものも含まれる。また、シリコーンレジンとは複雑な三次元構造を持った分子量3000〜1万程度のものが使用され、ゴム系粘着材における接着付与樹脂の役目をする。なお、シリコーン系粘着材には、架橋剤、軟化剤、粘着

調整剤、その他の添加剤を添加して、接着力、濡れ性を調節したり、耐水性、耐熱性を付与してもよい。

[0033] シリコーン系粘着材は、耐熱保持力が優れ、高温、低温環境下でも接着力が優れているという特徴を有している。そのためシリコーン系粘着材を二つの光伝送媒体の間または光伝送媒体と光学部品の上に介在させた光学接続構造においては、高温環境下(〜250℃)、或いは低温環境下(〜−50℃)においても接続部の密着が維持され、常に安定した接続状態を保つことができる。また、高温を履歴した後でも硬化したり黄変したりせず、被着体より良好に剥離することができる。また、シリコーン系粘着材は、電気絶縁性、耐薬品性、耐候性、耐水性に優れており、広範囲な材料、例えば、フッ素樹脂で作製されたプラスチック光ファイバや、クラッド層がフッ素樹脂でコーティングされた光ファイバ等に対しても密着させることができる。また、光導波路や光学部品についても、フッ素ポリイミド等のフッ素樹脂ベースのものに対しても粘着性を示すので、有効に使用することができる。

[0034] 本発明に用いるアクリル系粘着材とは、その基本構造がアクリル酸の炭素数2〜12のアルキルエステルまたはメタクリル酸の炭素数4〜12のアルキルエステルを主モノマーとして構成されたポリマーを意味する。具体的には、例えば、エチルアクリレート、n-ブチルアクリレート、イソブチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、ラウリルアクリレート、ベンジルアクリレート等のアクリル酸のアルキルエステル類、n-ブチルメタクリレート、イソブチルメタクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、ラウリルメタクリレート、ベンジルメタクリレート等のメタクリル酸のアルキルエステル類等があげられる。また、これらの主モノマーと共重合するモノマーとしては、メチルアクリレート、メチルメタクリレート、エチルメタクリレート、プロピルメタクリレート、酢酸ビニル、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、アクリルアミド、スチレン等があげられる。

[0035] また、光伝送媒体に密着させるために必要な凝集力を与えるために、アクリル系粘着材には架橋構造を持たせることができる。そのためには、アクリル酸、メタクリル酸ヒドロキシエチル、グリシジルメタクリレート等の官能基を有するモノマーを少量共重合させればよい。これらの組成と比率を調整することによって、粘着性、凝集性、タック性などの物性を容易に変化させることができる。官能基を有するモノマーの具体例と

しては、アクリル酸、メタクリル酸等のモノカルボン酸、マレイン酸、フマル酸、シトラコン酸、グルタコン酸、イタコン酸等の多価カルボン酸、およびこれらの酸無水物等のカルボキシル基含有モノマー、2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、3-クロロ-2-ヒドロキシプロピル(メタ)アクリレート、ジエチレングリコールモノ(メタ)アクリレート、N-メチロールアクリルアミド、N-メチロールメタクリルアミド等のヒドロキシル基含有モノマー、ジメチルアミノエチルメタクリレート、t-ブチルアミノエチルメタクリレート、アクリルアミド等のアミノ基含有モノマー等があげられる。

- [0036] アクリル系粘着材には、製造時に溶媒として水を用いるエマルジョン系粘着材と、有機溶剤を用いるソルベント系粘着材とがあるが、本発明においては、ソルベント系粘着材を用いるのが好ましい。ソルベント系粘着材は耐水性に優れ、透明な粘着材被膜が形成されるからである。ソルベント系粘着材は、例えば、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル類、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサン等のケトン類等の有機溶剤中でモノマーをラジカル重合させたり、または乳化剤の存在下でモノマーの乳化水分散体を乳化重合させたりすることによって合成される。
- [0037] 光学接続部品は、光が接続部を通過することが重要であるので、アクリル系粘着材は透明性に優れた材料であることが必要であり、使用する波長、すなわち、可視光および近赤外領域における光透過率が85%以上であることが好ましい。アクリル系粘着材は、架橋剤や硬化剤を調整することによって、比較的容易に透明性を出すことができる材料である。より好ましくは、使用する波長における光透過率が90%以上のものである。
- [0038] アクリル系粘着材は、ガラスやプラスチック等に対して良好に密着するとともに、耐水性、耐薬品性にも優れている。これを二つの光伝送媒体の間または光伝送媒体と光学部品の上に介在させた光学接続構造においては、接続部の密着を保持し、常に安定した接続状態を保つことができる。また、0℃～80℃の温度範囲で優れた接着力を有するため、通常の外気温環境下で問題なく使用できる。また、耐候性にも優れており、ゴム系の粘着材に発生しやすい紫外線劣化が起こりがたいために、使用中に硬化したり黄変したりすることがなく、被着体から良好に剥離することができる。さら

に、安価であるという利点も有している。

[0039] 本発明において使用する固形の粘着性接続部材は、上記の粘着材をフィルム化したシート状粘着性接続部材であってもよく、また、静的な状態で流動せずに所定の形状を保持するが、自由に変形するものであってもよい。本発明において、固形の粘着性接続部材がシート状粘着性接続部材の場合、その形状は特に限定せず、接続部の周囲の環境や仕様に合わせて適宜選択すればよい。例えば、円形状、楕円形状、四角形状、三角形状などの形状を有していてもよい。また、シート状粘着性接続部材のサイズについては後述する。

[0040] 本発明に用いる固形の粘着性接続部材は、光伝送媒体相互間で、及び光伝送媒体と光学部品の間で屈折率整合性を有していることが必要である。この場合の屈折率整合性とは、粘着性接続部材の屈折率と光伝送媒体及び光学部品との屈折率との近似の程度をいう。本発明に用いる粘着性接続部材の屈折率は、光伝送媒体及び光学部品の屈折率に近いものであれば特に限定されないが、フレネル反射の回避による伝送損失の面から、それらの屈折率の差が ± 0.1 以内であることが好ましく、 ± 0.05 以内であるものが特に好ましく使用される。なお、光伝送媒体と光学部品の屈折率の差が大きい場合には、光伝送媒体と光学部品の屈折率の平均値と粘着性接続部材の屈折率が上記の範囲内であることが好ましい。

[0041] 本発明の光学接続部品において、光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品の上に介在する粘着性接続部材の厚みは、突き合わせ時の押圧力に依存するが、 $50\ \mu\text{m}$ 以下であるのが好ましく、より好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以下である。突き合わされた後の厚みが $50\ \mu\text{m}$ より大きいと、突き合わされた光伝送媒体の間隔が大きすぎるために光損失が増大し、光伝送用の接続構造として適さない場合がある。このことは、光伝送媒体と光学部品との間でも同様である。

[0042] 粘着性接続部材の交換は、例えばその表面に埃、あるいは塵が付着したなどの場合に適宜行えばよい。また、交換前の異物混入を防ぐために、粘着性接続部材の片面あるいは両面に保護フィルムを貼り付けておいてもよい。なお、光伝送媒体先端部を粘着性接続部材に数回押し当てたり、こすったりすることにより、光伝送媒体端部に付着したゴミや塵を粘着材に付着させた後、粘着性接続部材を交換すれば、光伝

送媒体の清掃手段としても利用できる。

発明の効果

- [0043] 本発明の光学接続構造においては、固形の粘着性接続部材が単一の層構造であるため、構造が簡単であり、光の反射が起きることがない。また、液状の屈折率整合剤で見られるような、ホーリーファイバ空孔部への屈折率整合剤の浸入と、それによる光ファイバ伝送特性への悪影響については、粘着性接続部材では、全く認められない。また、粘着性接続部材は固形であるため、接続部周囲に流れ広がることによる汚染や、埃の付着が起きにくくなり取り扱い性が向上する。さらに、光伝送媒体端面のみに密着させることができるので、周囲を汚染することなく、周囲から汚染を受けることもない。さらに本発明に用いる固形の粘着性接続部材は、接触によって光伝送媒体の端面に貼着するため、粘着性接続部材を保持する特別の支持手段や構造物を新たに設ける必要がなく、簡単な支持部材で支持することができ、省スペース化が図れる。また、固形の粘着性接続部材は自由に内部変形するために、光伝送媒体端部間に空気が入りにくくなり、研磨工程を必要とせずに低損失で接続が可能であり、かつ粘着性接続部材の復元力により複数回繰り返して光学接続を行うことができる。
- [0044] また、固形の粘着性接続部材がシート状である場合、光ファイバ端面同士の間隔を均一に、かつ狭くできるので光損失を低減することができる。また、光伝送媒体の軸方向に伸びながら平面から波状に変形させることができるので、光伝送媒体に過剰な押圧力がかかり難くなり、光伝送媒体が破損することがない。さらに、多心の光ファイバテープの接続であっても簡単に接続することができる。すなわち、粘着性接続部材が、複数の光ファイバのそれぞれに対して、突き当てに応じて変形するので、光ファイバの突き出し量にばらつきがあった場合でも、光ファイバが破損することがなく、安定した光学接続を行うことができる。また、レンズやフィルタを光ファイバと接続する場合には、最小面積で密着させることができるために、粘着性接続部材を容易に剥がすことができ、作業性が向上する。また、粘着性接続部材が支持部材に支持されている場合は、粘着性接続部材の着脱時に支持部材を移動させればよく、粘着性接続部材を容易に交換することができ、作業性を格段に向上させることができる。

[図14]図14は、本発明の光学接続構造を作製するための、光伝送媒体の端面処理方法の一例の工程図である。

[図15]図15は、本発明の光学接続構造を作製するための、光伝送媒体の端面処理方法の一例の工程図である。

[図16]図16は、図15のA-A線断面図である。

[図17]図17は、本発明の光学接続構造を形成するための、光学接続方法の一例の工程図である。

[図18]図18は、光ファイバを接続したMTフェルールを備えたMPOコネクタプラグの側面図である。

[図19]図19はMPO型光コネクタ用のアダプタの一例の斜視図である。

[図20]図20はMPO型光コネクタ用のアダプタの他の一例の斜視図である。

[図21]図21は、FC型光コネクタに適用するアダプタの模式的断面図である。

[図22]図22(a)は、シート状粘着性接続部材が支持された支持部材の平面図、図22(b)は、図22(a)の支持部材を割スリーブ内に装着する状態を説明する斜視図である。

[図23]図23は、図22(b)の割スリーブを用いてフェールを突き合わせた場合を説明する断面図である。

[図24]図24は、本発明の光学接続構造を形成する一例の工程図である。

[図25]図25は、本発明の光学接続構造を構成する構成要素であって、整列部材の他の一例を示す図である。

[図26]図26は、自由に変形する粘着性接続部材を支持するための支持部材の正面図である。

[図27]図27は、本発明の光学接続構造を構成する構成要素の斜視図である。

[図28]図28は、支持部材に自由に変形する粘着性接続部材が支持された状態を説明する断面図である。

[図29]図29は、本発明の光学接続構造を形成する一例の工程図である。

[図30]図30は、粘着保持距離の測定方法を説明するための説明図である。

[図31]図31は、図30(a)の斜視図である。

[図32]図32は、図30の一部の拡大図である。

[図33]図33は、実施例1の光学接続構造を形成する工程図である。

[図34]図34は、実施例3の光学接続構造を示す平面図である。

[図35]図35は、実施例4の光学接続構造を形成する工程図である。

[図36]図36は、実施例5の端面処理を説明する工程図である。

[図37]図37は、実施例5に用いた接続用整列部材を説明する図であって、(a)は側面図、(b)はB-B線断面図である。

[図38]図38は、実施例7の光学接続構造を形成する工程図である。

[図39]図39は、実施例8の光学接続構造を形成する工程図である。

[図40]図40(a)は光コネクタの構成要素を示す図、図40(b)は接続した状態を示す図である。

[図41]図41は、実施例9の光学接続構造を形成する工程図である。

[図42]図42は、実施例10の光学接続構造の構成要素を示す斜視図である。

[図43]図43は、実施例10の光学接続構造を説明する図である。

[図44]図44は、実施例11の光学接続構造を形成する工程図である。

[図45]図45は、図44の光学接続構造に用いるガイドピン支持部材の正面図である。

[図46]図46は、実施例12の光学接続構造を形成する工程図である。

[図47]図47は、実施例14および15の光学接続構造を形成する工程図である。

[図48]図48は、実施例16の光学接続構造を形成する工程図である。

符号の説明

- [0047] 10(a, b)…光ファイバ、11…光ファイバ(コア)の中心、12…クラッド、13…コア、15(a, b)…光ファイバテープ心線、17…ロッドレンズ、19…光学レンズ、20…粘着性接続部材、21…シート状粘着性接続部材、25…粘着性接続部材、31, 32, 34…支持部材、40, 41, 42, 43, 44, 45, 46…整列部材(接続用整列部材)、47(a, b)…ガイドピン、49…割りスリーブ、50…アダプタ、51…MPOアダプタ、61, 62…端面処理用部材、71(a, b)…MPOコネクタプラグ、72…FCコネクタプラグ、75(a, b)…MTフェルール、76…FCコネクタフェルール、80…基板(ガラス基板)。

発明を実施するための最良の形態

- [0048] 次に、本発明の光学接続構造および光学接続方法を図面を参照して説明する。まず、固形の粘着性接続部材がシート状粘着性接続部材である場合について、図1ないし図23によって説明する。
- [0049] 図1は、シート状の粘着性接続部材を用いた本発明の光学接続構造の基本的な一例を示す平面図であり、光伝送媒体として光ファイバを用いている。図1において、光ファイバ10aと光ファイバ10bの接続端面間に、シート状粘着性接続部材21が貼着した状態で介在している。2本の光ファイバ10a及び10bはシート状粘着性接続部材21を介して突き合わされ、それによりそれら光ファイバが光学的に接続された接続構造になっている。なお、2本の光ファイバ10a、10bは、先端より数十mmの部分の被覆が除去され、そして先端がカットされている。
- [0050] 光伝送媒体の端面同士または光伝送媒体と光学部品が光学接続する前のシート状粘着性接続部材の厚み t は、 $1\mu\text{m} \leq t \leq 150\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましい。粘着性接続部材の厚みが $1\mu\text{m}$ より薄くなると取り扱い性が非常に困難になり、また柔軟性が維持できなくなるために光伝送媒体の突き当てにより光伝送媒体あるいは光学部品の破損を引き起こす可能性が高くなってしまふ。逆に $150\mu\text{m}$ 以上であると、光伝送媒体を突き当てることによって粘着性接続部材を変形させた場合であっても光伝送媒体端面同士または光伝送媒体と光学部品との間隔が開きすぎてしまうために光損失が大きくなってしまふ。より好ましくは $2.5\mu\text{m} \leq t \leq 100\mu\text{m}$ 、更に好ましくは、 $5\mu\text{m} \leq t \leq 50\mu\text{m}$ であり、特に $5\mu\text{m} \leq t \leq 30\mu\text{m}$ である。
- [0051] また、本発明に用いるシート状粘着性接続部材は、単一の層から構成される。本発明でいう「単一の層」とは、2層、3層構造のように異種材料が接する界面がシート状粘着性接続部材内には存在しないことを意味し、光の波長オーダーで均一に混ざり合った系を排除するものではない。本発明に用いるシート状粘着性接続部材は、上記のように粘着性を持つ単一の層からなる極めて単純な構造を有している。この単一の層構造のシート状粘着性接続部材を用いることにより、光反射が起きることなく接続することができるので、低損失な接続を行うことが可能である。また、光ファイバの端面にバリがあっても、シート状粘着性接続部材に何等影響を与えることがない。さらに、表面が濡れ性を有することにより、突き合わされる二つの光ファイバの端面に容易

に貼着させることができ、かつその接着力により、光ファイバとの密着性を保持することができる。同時に屈折率整合性を有しているため、良好な光学接続を行うことが可能である。その上、シート状粘着性接続部材は、表面に濡れ性及び接着力があるために、光ファイバの付け合せ時に過剰な押圧を加える必要がなく、したがって、光ファイバの折れや欠けが起こる恐れはない。更にシート状粘着性接続部材は、粘着材の特性として再剥離性を有するために、複数回の着脱を行っても繰り返し使用することが可能である。

[0052] 図2は、シート状粘着性接続部材を用いた場合の本発明の光学接続構造の他の一例を示す平面図であり、光ファイバ10aと光ファイバ10bの接続端面が、柔軟性を有するシート状粘着性接続部材21を介して突き合わされ、それによりシート状粘着性接続部材21が変形している状態を示している。上記のように、柔軟性を有するシート状粘着性接続部材21は、その膜厚がある程度厚い場合でも、2本の光ファイバ間で内部変形させて2本の光ファイバを近接させることができる。したがって、シート状粘着性接続部材の膜厚を厚くすることができ、その取り扱いが非常に簡便になる。また、突き合わされる2本の光ファイバの端面の角度のずれや形状が変形していても、シート状粘着性接続部材が光ファイバの端面に密着しながら変形するため、光ファイバ端部間に空気が入りにくくなり、高精度の研磨技術を用いなくても低損失な光学接続を実現できる。また、シート状粘着性接続部材が持つ接着力により、光ファイバに振動、あるいは熱的な形状変化があっても、光ファイバを安定して接続させることができる。さらにシート状粘着性接続部材は、その表面が柔軟性を有するために、突き合わせた時における光ファイバ端面の破損がなく、光学接続時の取り扱い性が極めて良好である。さらにまた、シート状粘着性接続部材はその柔軟性により元の状態に復元することができるため、シート状粘着性接続部材を複数回使用して、光ファイバの光学接続構造からの脱着を繰り返すことが可能になる。

[0053] 図3は、柔軟なシート状粘着性接続部材を用いた場合の本発明の光学接続構造の他の一例を示す平面図である。この図の場合、シート状粘着性接続部材21の両端は、図示されていない他の構成部材により位置が固定されている。この光学接続構造の形成は次のようにして行われる。端部を被覆除去し、カットした光ファイバ10a、1

0b及びシート状粘着性接続部材21を一定の間隔を置いて設置させておき、一方の光ファイバ10aを、その端面がシート状粘着性接続部材に密着するまで移動させ、さらにシート状粘着性接続部材を変形させながら他方の光ファイバ10bに密着するまで移動させる。それによって、光ファイバ10a、10bが機械的に光学接続された光学接続構造が形成される。この場合、シート状粘着性接続部材21が変形し、突き合わせる前のシート状粘着性接続部材の端面の位置に対して、突き合わされた光ファイバ端面の位置が異なることになり、シート状粘着性接続部材21は、図3に示すように、その形状が平板から波形形状に変形する。

[0054] 上記の場合、シート状粘着性接続部材が光ファイバの軸方向に伸びながら変形するので、光ファイバに過剰な押圧力がかかりにくくなり、光ファイバの破損を防ぐことができる。また、一方の光ファイバを固定しておき、他方の光ファイバを、上記のように移動させるため、微妙な精度を要する光ファイバの位置合わせが不要となり、実用上、より信頼性のある光学接続構造の形成が可能になる。また、光ファイバの接続を解除した場合は、シート状粘着性接続部材が柔軟性を有しているため、形状も変形前の形状に戻り、再度同じシート状粘着性接続部材を使用することができる。したがって、接続される光ファイバ端面の周辺領域に、一定の間隔または空間が存在すれば、シート状粘着性接続部材が柔軟に伸びながら平面形状から波形形状に変形することが可能となるので、光ファイバの着脱を反復して行うことが可能になる。なお、この場合の変形とは、シート状粘着性接続部材自体が伸びながら変形することを意味するが、図2のような内部に凹むように圧縮されて変形してもよい。

[0055] 図4は、本発明の光学接続構造における、光ファイバ10とシート状粘着性接続部材21の接続部分を光ファイバの軸に対して垂直の方向からみた平面図である。図4において、Dは、シート状粘着性接続部材21と接触する光伝送媒体(光ファイバ10)の端面10cの中心11からシート状粘着性接続部材の周縁部22までの距離の最小値であり、Rは光伝送媒体の半径である。シート状粘着性接続部材が上記のように変形するには、Dの値とRの値が、 $R < D \leq 60R$ の関係を満たすことが望ましい。

[0056] 図5(a)～(e)は、種々の形状のシート状粘着性接続部材21に対するDの値を説明する図であり、光ファイバの軸方向から見た平面図である。また、図5(f)は、後述

する光ファイバの端面のみに粘着性接続部材を設けた場合の状態を説明する平面図である。図5(a)～(e)中、10aは光伝送媒体(光ファイバ10)がシート状粘着性接続部材21と接触する光伝送媒体の端面、11はその端面の中心、22はシート状粘着性接続部材21の周縁部を示している。図5(e)のように多心の光伝送媒体を用いた場合は、Dは近接する光伝送媒体の端部の接触位置と光ファイバ中心との最短距離を意味する。ただし、後述する支持部材によって支持されている場合や、何らかの固定部材でシート状粘着性接続部材を固定した場合は、Dの値は、支持部材、あるいは固定部材が接触する部分を除いた部分の周縁部と光ファイバ中心との最短距離を示す。

[0057] 図5(a)～(e)に示すように、シート状粘着性接続部材の周辺に一定の空間を持たせた場合、シート状粘着性接続部材が光ファイバを密着させた状態でも、自由度を持ち、柔軟に変形することができる。Dの値が60Rより大きい場合は、光ファイバの突き出しにより、シート状粘着性接続部材の変形量が大きくなり、全体的にたるみやしわが生じ、それによりシート状粘着性接続部材が破れる恐れがあるため、安定的な接続をすることができなくなる。また、光ファイバを取り外したときのシート状粘着性接続部材の復元力も弱くなるため、再使用できなくなる。また、DがRと等しい場合は、光ファイバを突き合わせたときにシート状粘着性接続部材が密着するが、シート状粘着性接続部材を波状に変形させることができない。さらにDがRより小さい場合は光ファイバ表面全体にシート状粘着性接続部材が密着しないために、空気に接触し、光損失が増大する。また、Dの範囲は $2R \leq D \leq 30R$ とするのがより好ましい。なお、光伝送媒体が光ファイバのような円柱状でなく、導波路のような四角柱状であるときは、Rの値としては導波路断面の長方形の対角線の半分の長さをRの値として用いればよい。

[0058] 本発明において、シート状粘着性接続部材を固定するための手段は、特に限定されるものではないが、図1ないし図3に示す光学接続構造の場合、シート状粘着性接続部材は常に固定された状態で使用されることが好ましく、例えば、以下に示すような支持部材を用いるのが好ましい。図6は、本発明の光学接続構造に用いるシート状の粘着性接続部材の周縁部が種々の支持部材によって支持された状態を示す斜

視図(図6(a)～(d)および(g))および平面図(図6(e)および(f))である。支持部材31はシート状粘着性接続部材21を把持でき、かつ少なくともその両端を固定できればよく、その形状は図6(a)のように両端を把持した簡易的な形状であったり、図6(b)のような3方向を固定したコの字形状であったりしてもかまわないが、上下左右方向を安定して把持できる図6(c)～(g)のような窓型形状であることがより好ましい。また、図6(e)、図6(f)のように支持部材を保持しやすいように保持部311を設けてもよい。このような保持部を有する支持部材の場合は、後述する割スリーブを用いた本発明の光学接続構造において、保持部を把持しながら、支持部材を割スリーブに挿入し、中央近傍に設置することも可能である。

[0059] さらに、支持部材を構成する部材の個数についても限定せず、安定化するために図6(g)のように二つの支持部材31a、31bによりシート状粘着性接続部材を挟み込んだ構造であっても構わない。なお、支持部材のサイズについては特に限定せず、使用環境および仕様に応じて適宜選択して用いればよい。また、支持部材の材料に関しても、金属類、プラスチック材料、ゴム材料など適宜選択して用いればよい。支持部材でシート状粘着性接続部材を固定することによって、シート状粘着性接続部材が柔軟に変形することができる。また、シート状粘着性接続部材を枠状の支持部材によって固定した場合は、設置作業においてシート状粘着性接続部材に接触することなく取り扱うことが可能となるため、シート状粘着性接続部材表面の汚染や塵などの付着を防止することができる。したがって、シート状粘着性接続部材の交換も容易に行うことができる。

[0060] 図7は、位置合わせ部材として、接続用整列部材を用いた本発明の光学接続構造の一例を示す側断面図である。その構成は二つの光ファイバ10a、10b、接続用整列部材40、支持部材31により支持されたシート状粘着性接続部材21からなる。接続用整列部材40は、中央に溝401を有し、溝401を挟んだ両側に光ファイバ素線または光ファイバ心線を挿入するための一対の貫通孔402a、402bを有している。図7に示す光学接続構造は、貫通孔に対して垂直になるようにシート状粘着性接続部材21を前記溝401に挿入し、次いで、前記接続用整列部材40の貫通孔402a、402bに、先端を被覆除去しカットした光ファイバ心線10a、10bを挿入し、各光ファイバの

端面をシート状粘着性接続部材21に押し当てることにより、形成することができる。この場合、接続用整列部材を用いることにより、光ファイバ同士の位置合わせを容易に行うことができる。また、接続用整列部材の溝にシート状粘着性接続部材を挿入することにより、シート状粘着性接続部材を接続用整列部材内に収納することができ、取り扱い性と埃・塵の付着防止効果を向上させることができる。

[0061] 前記接続用整列部材による光ファイバの位置合わせ手段および方法は、光ファイバ端面が同軸上で位置合わせされればよく、特に限定されない。図7のように貫通孔を用いて光ファイバを挿入したり、あるいはV溝などの整列溝の上に光ファイバを載置してもよい。また、接続用整列部材のサイズは、特に限定されるものではなく、光ファイバの種類または本数によって適宜選択すればよく、その形状も特に限定されるものではない。例えば、半円柱状、直方体状等の形状が挙げられる。さらに貫通孔の構造及び形状も特に限定されるものではなく、V溝基板を用いて、例えばガラスなどの平板を上から押さえ込み、その囲まれた溝を貫通孔としてもよく、この場合、光ファイバの載置を上部から行うことが可能となる。また、例えばMTコネクタフェルールなどの既存の部材も、前記接続用整列部材として用いてもよい。さらに接続用整列部材を構成する材料も特に限定されるものではないが、例えばポリアセタール樹脂のような摩擦係数が小さい材料や熱変形しにくいなどの機械特性が良好な材料、ステンレス鋼、三フッ化エチレン樹脂、テトラフルオロエチレン樹脂などの腐食しない材料、または化学物質や溶剤に対して反応性が小さい材料であることが好ましい。

[0062] また前記接続用整列部材は多数の部材からなってもよく、例えば粘着性接続部材を挿入する溝を有する部材と、貫通孔を有する部材とを組み合わせた構造であってもかまわない。また、貫通孔を有する二つの整列部材にガイドピン孔などを設け、ガイドピンを挿入することによって、これらの整列部材同士を正確に位置合わせできるようにしてもかまわない。さらに、貫通孔先端を光ファイバの載置をしやすくするためにコーン状にするなどの加工を施してもよい。前記接続用整列部材に設けられた粘着性接続部材用の溝は、該シート状粘着性接続部材を挿入し、固定できればよく、その形状や位置、数については特に限定されない。

[0063] 図8は、光ファイバと光学部品とを接続した本発明の光学接続構造の一例を示す平

面図である。この図の場合、光学接続構造は、シート状粘着性接続部材21と光ファイバ10及び光学レンズ19を一定の間隔で設置し、光ファイバ10の端面がシート状粘着性接続部材21に密着するまで移動させた後、さらにシート状粘着性接続部材21が変形して光学レンズ19に密着するまで光ファイバ10を移動させることによって形成することができる。図8に示すように中央部より外周部に向けて段階的にあるいは連続的に厚みが薄くなるような凸形状の光学部品であっても、本発明によれば容易に光学接続を行なうことができる。また、上記方法によれば、光学部品を固定した状態で安定な接続を保持することができる。なお、粘着性接続部材は、少なくとも光ファイバのコア部だけが光学レンズに密着するようにすればよい。したがって、粘着性接続部材を容易に光学レンズから剥がすことが可能であり、光学レンズが汚染されることを防止することも可能である。

- [0064] 次に、シート状粘着性接続部材を用いて光ファイバの端面処理を行い、端面のみに粘着性接続部材を設けた光学接続構造について説明する。図9ないし図17はその場合に関するものである。
- [0065] 図9は、シート状粘着性接続部材を用いて作製された本発明の光学接続構造の他の基本的な一例を示す平面図である。すなわち、2本の光ファイバ10aと10bが粘着性接続部材20を介して付き合わされており、それによって光ファイバが光学的に接続された光学接続構造が形成されている。なお、二つの光ファイバは先端より数10 mmを被覆除去し、先端がカットされている。この図の場合、シート状粘着性接続部材は、後述の図10および図11に示す端面処理法によって光ファイバの端面のみに設けられている。
- [0066] 図9に示すように、粘着性接続部材を端面のみに設けた光学接続構造の場合、 $D_1 \geq r$ 、かつ、 $D_2 \leq 1.5R$ を満足することが好ましい。図5(f)は、その場合を説明する図であって、 D は、コア13とクラッド12よりなる光ファイバ10のコアの中心11から粘着性接続部材20の周縁部までの距離、 R は光ファイバの半径、 r はコアの半径である。本発明においては、光ファイバ10のコアの中心11から粘着性接続部材20の周縁部までの距離 D の最小値 D_1 はコアの半径 r 以上であって、かつ、最大値 D_2 は、光ファイバの半径 R の1.5倍以下であることが好ましい。

- [0067] 上記の場合、粘着性接続部材の占有範囲を、最小でもコア13全域を覆うことができ、最大でも光ファイバ端面から1.5倍を超えて過剰にはみ出さない程度にすることによって、粘着性を有する接続部材が光伝送媒体の端面または端面近傍にのみ存在するために、汚染が防止でき、また、埃の付着が起きにくくなり、取り扱い性が向上する。また、粘着性接続部材を保持する特別の手段または構造物を新たに設ける必要が無く、極めて単純な接続構造となり、省スペース化を図ることができる。 D_1 が光ファイバのコアの半径 r より小さい場合は、光が伝送するコア部分で、粘着性接続部材が接触しない部分が存在することになり、その部分で光損失が起きる。また、 D_2 が1.5 R よりも大きい場合は、粘着性接続部材の光ファイバ端面を除いた部分の占めている割合が大きくなり、周囲からの塵や埃の付着が起きやすくなることや、粘着性接続部材が他の部品と接触する恐れが生じるため、良好な接続性能が維持できなくなる場合がある。なお、光ファイバに押圧をかけるときに、粘着性接続部材に均一に押圧がかかるようにするため、また光ファイバ端面より粘着性接続部材がはみ出さないようにするために、おおよそ $D_1 = D_2$ であることが好ましく、おおよそ $D_1 = D_2 = r$ であることがより好ましい。
- [0068] 上記の場合、粘着性接続部材は突き合わされた光ファイバの端部にのみ設けられるため、光ファイバの径とほぼ同じサイズとなり、粘着性接続部材の占有範囲は極めて小さくすることが可能であり、非常にシンプルな構造に設計できる。また、周囲のゴミや塵などと接触することも無いため、汚染されることもなく、流れ出ることもないため、周囲を汚染することもない。
- [0069] 図10および図11は、図9の光学接続構造を形成するための本発明の光伝送媒体の端面処理方法の一例の工程図であり、シート状粘着性接続部材を端面のみに貼着する基本的な例を示すものである。図10の場合、光伝送媒体として光ファイバが用いられている。図10において、端部を被覆除去し、カットした光ファイバ10の側方にシート状粘着性接続部材21が設置されている。シート状粘着性接続部材の両端は、図示されていない他の適宜の部材により位置が固定されている。まず、光ファイバ10の端面がシート状粘着性接続部材21に接触するまで、光ファイバをシート状粘着性接続部材に対して相対的に移動させる。次に光ファイバを、さらに軸方向に移

動させることにより、シート状粘着性接続部材の一部が光ファイバの端面に貼着した状態で切り離され、光ファイバ端面に粘着性接続部材20を設けることができる。

[0070] また、図11においては、光ファイバ10の端部がシート状粘着性接続部材21に接触するまで、光ファイバをシート状粘着性接続部材に対して相対的に移動させる。その後、光ファイバを逆方向に移動させることにより、粘着性接続部材の粘着性を利用し、シート状粘着性接続部材の一部が光ファイバの端面に貼着した状態で切り離され、光ファイバ端面に粘着性接続部材20を設けることができる。この方法によれば、図10に示す方法よりも光ファイバの移動範囲を小さくすることができるため、作製スペースをさらに省スペース化できるという利点がある。

[0071] 図12は、本発明の光学接続構造を作製する好ましい一例を説明する工程図であって、接続用整列部材を用いて光学接続構造を形成する場合を示している。すなわち、上記図10および図11に示すようにして、先端を被覆除去し、カットして、端面に粘着性接続部材20を貼着した光ファイバ10aを、貫通孔を有する接続用整列部材41の貫通孔411に挿入する(図12(a))。次に対向側の貫通孔より先端を被覆除去し、カットした光ファイバ10bを挿入し、その光ファイバの端面を粘着性接続部材に押し当てることにより、光学的な接続を行う(図12(b))。本発明において、粘着性接続部材は、接続に必要な最小限の範囲で光ファイバ端面を覆っているもので、狭い貫通孔を有する整列部材内であっても使用できる。また、粘着性接続部材を保持するための特別な部材は必要とされないため、光ファイバの軸方向の移動を自由に行うことができる。したがって、光学部品の実装の際には、接続状態を維持したまま自由に光ファイバの位置を調節することができる。また、接続用整列部材を用いることにより粘着性接続部材を接続用整列部材内に収納できるため、取り扱い性と埃・塵の付着防止効果を向上させることができる。

[0072] 図13は、本発明の光学接続構造を作製するための、光伝送媒体の端面処理方法の他の一例の工程図であって、1枚のシート状粘着性接続部材から複数の光ファイバの端面処理が行なわれる場合を示している。すなわち、図13に示すように先端を被覆除去し、カットした光ファイバテープ心線15を、光ファイバの軸方向に移動して、光ファイバ101〜104の端面を、図示されていない支持部材で支持されたシート状

粘着性接続部材21に接触させる(図13(a))。そして、更に移動させることにより、シート状粘着性接続部材の一部が光ファイバの端面に貼着した状態で切り離され、各光ファイバ101〜104の端面に粘着性接続部材201〜204を一括して設けることができる(図13(b))。この場合、光ファイバテープ心線15の光ファイバ先端のカットにばらつきがあってもその影響を受けないため、各光ファイバに同じように接続部材を密着させることができる。なお、図においては4本の光ファイバを示しているが、その本数は特に限定されるものではない。

[0073] 図14は、本発明の光学接続構造を作製するための、光伝送媒体の端面処理方法の一例の工程図であって、端面処理のためにシート状粘着性接続部材を支持する端面処理用部材を使用した場合を示している。図において、端面処理用部材61は1つの貫通孔611を有しており、貫通孔は光ファイバ心線または光ファイバ素線が挿入できる。端面処理用部材の片面には貫通孔を覆うようにシート状接着性接続部材21が貼り付けられている。先端を被覆除去し、カットした光ファイバ10を貫通孔611に挿入し(図14(a))、シート状接着性接続部材と光ファイバ10の端面が接触するまで移動させ(図14(b))、さらに光ファイバを移動させて貫通孔を貫通することにより、シート状粘着性接続部材の一部が光ファイバの端面に貼着した状態で切り離され、光ファイバ端面に粘着性接続部材20を貼着することができる。(図14(c))。この図に示す場合、シート状粘着性接続部材21を支持する端面処理用部材61を設けることにより、シート状粘着性接続部材の切り離しを光ファイバの形状に合わせて行うことができるため、良好な歩留まりで処理することができる。また、一定の角度を有している光ファイバの端面であっても、確実に粘着性接続部材を付着させることができる。

[0074] 図15は、本発明の光学接続構造を作製するための、光伝送媒体の端面処理方法の一例の工程図であって、シート状粘着性接続部材を支持する端面処理用部材を使用した場合を示している。また、図16は図15のA-A線の断面図である。これらの図の場合、端面処理用部材62は、光ファイバを案内するV字状整列溝621を有する下部基板622の上に、ガラスなどの上部平板623を載置した構造を有しており、位置合わせ部材として用いることもできる。そして、整列溝621と上部平板623とによって貫通孔が形成されている。端面処理用部材の一端には、シート状粘着性接続部材2

1が貼着固定されている(図15(a))。このような端面処理用部材を用いる場合、光ファイバ10を整列溝に載置した後、上部平板623を下部基板622の上に載せることも可能である(図15(a))。そして整列溝に載置した光ファイバ10は、整列溝に沿って軸方向に移動させることにより、その端面をシート状粘着性接続部材21に接触させ(図15(b))、さらに移動させて、その端面に粘着性接続部材20を貼着することができる(図15(c))。また、貫通孔を貫通した後、上部平板623を外すことにより、粘着性接続部材を設けた光ファイバ10を上方より容易に取り出すことができる(図15(d))。

[0075] 本発明において、図14および図15に示されるようなシート状粘着性接続部材を支持する端面処理用部材を用いて端面処理した場合、光学接続構造を形成する際の光ファイバ同士の位置合わせ方法は、光ファイバ端面が同軸上で位置合わせされていればよく、特に限定されるものではない。また、上記端面処理用部材のサイズや形状も特に限定されるものではなく、前記図7において述べた接続用整列部材と同様の材料を用いて形成される。

[0076] 図17は、本発明の光学接続構造を作製するための、光学接続方法の一例の工程図であって、シート状粘着性接続部材を支持する接続用整列部材を使用した場合を示している。図において、接続用整列部材40は、中央付近にシート状粘着性接続部材を支持する深溝403を有し、また、その深溝を挟んだ両側には、同軸の一对の貫通孔402a、402bを有し、光ファイバの整列機能を有すると共に、シート状粘着性接続部材を支持する機能も同時に備えている(図17(a))。まずシート状粘着性接続部材21を貫通孔に対して垂直になるように深溝403に挿入する(図17(b))。次に被覆除去し、カットした光ファイバ10aを貫通孔402aに挿入し、貫通孔内で光ファイバの端面をシート材に接触させ、更に光ファイバを移動させて、他方の貫通孔402bに挿入させる。これによって、シート状粘着性接続部材の一部が切り離され、光ファイバの端部に粘着性接続部材20が貼着する(図17(c))。次に、もう片側の貫通孔より他の光ファイバ10bを挿入し、粘着性接続部材に密着するまで移動させる(図17(d))。この図に示す場合、光ファイバの接続点の位置は自由に設定できるため、取り扱い性と作業性が格段に向上する。

[0077] 本発明において、シート状粘着性接続部材は、アダプタに装着されていてもよく、ま

た、支持部材に支持されて、割スリーブ内に装着されていてもよい。図18ないし図23はそれらの場合を例示するものである。

- [0078] 図18は、光ファイバを整列して把持するMTフェルールを備えたMPOコネクタプラグ71a、71bがアダプタ50を介して接続された状態を示す図である。アダプタとしては、例えば、図19および図20に示すものを用いることができる。
- [0079] 図19の場合、アダプタ内のMTフェルールが突合する中心近傍に、適当な部材により上下方向で把持されているシート状粘着性接続部材21が配置されている。すなわち、二つに分離されたMPOアダプタの一方511にシート状粘着性接続部材21を配置し、他の一方512を振子等により結合することによって内部に粘着性接続部材を配置したアダプタが用意される。このように、予めアダプタ内にシート状粘着材からなる接続部材を配置させると、接続部材に周囲環境からの汚染や埃などの付着が起こることがなく、またフェルール端面に接続部材を載置する必要もないため作業性も向上するので好ましい。
- [0080] 図20の場合、MPOアダプタ51は、MTフェルールが突合する中心近傍に、上部が開放した溝513を有している。この溝に、前記図16(c)のような上下方向で把持されているシート状粘着性接続部材を挿入する。このようにアダプタ内に支持部材により支持された粘着接続部材を装着する機構を有していると、シート状粘着性接続部材を支持している支持部材を交換することが簡単であり、作業性が向上する。また、光学接続には一つのアダプタを複数回使用することができ、経済的である。
- [0081] 図21は、本発明をFC型光コネクタに適用するアダプタの側断面図である。図21において、アダプタ52には、割スリーブ49が装着されており、割スリーブは中心近傍に、シート状粘着性接続部材21が配置されている。粘着性接続部材としては、割スリーブをアダプタに装着する前に、割スリーブのスリット部分より硬化可能な粘着材を流し込み、硬化させて形成した膜状のものが用いられる。このように予めアダプタ内の割スリーブ内にシート状粘着性接続部材が具備されていると、接続部材を確実にフェルール端面に載置させることができ、作業性も向上する。
- [0082] シート状粘着性接続部材を固定するための手段は、上記のように割スリーブ内に硬化によって固定させるなど、特に限定しないが、接続部材が常に固定された状態で

使用されるのが好ましく、例えば、以下に示すような支持部材を用いてもよい。

[0083] 図22(a)は、本発明におけるシート状粘着性接続部材が支持部材に支持された状態を示す図であって、支持部材31は、フェルルールと同じ断面形状を有する円形であり、シート状粘着性接続部材21の外周を把持している。図22(b)は、図22(a)に示す支持部材によって支持されたシート状粘着性接続部材が割スリーブ内に装着される状態を説明する斜視図である。前記支持部材31により支持されたシート状粘着性接続部材21を割スリーブ49に対して垂直に載置し、これを割スリーブの内径と同じ径の円筒形押圧部材91により、割スリーブ内に押し込んで、中央付近に載置する。上記のようにシート状粘着性接続部材を支持部材により支持させることにより、フェルルールに容易に取り付けることができる。また、シート状粘着性接続部材の交換は、フェルルールを取り出した後に支持部材を押圧部材91により押し込むことによって、割スリーブ内から容易に取り出すことができるので、割スリーブやアダプタをそのまま再使用することが可能である。

[0084] 図23は、上記の割スリーブを用いてフェルルールを突き合わせた場合を説明する断面図である。図23に示すように、支持部材31によって支持されたシート状粘着性接続部材21が装着された割スリーブ49に、光ファイバ10a、10bを固定した一对のフェルルール75a、75bを挿入する。これらのフェルルールは、その先端形状が凸型形状になっており、そのため、光学接続時には、その突き合わされたフェルルール先端の凸部と凸部との間に隙間が生じる。支持部材31は、シート状粘着性接続部材21とフェルルール端面との接触を妨害することのないように、生じたフェルルール間の隙間に位置することになり、それによって光学接続構造が形成される。

[0085] 次に、粘着性接続部材がシート状ではなく、自由に変形する材料よりなる場合について説明する。図24ないし図29はその場合を例示するものである。

[0086] 図24は、自由に変形する粘着性接続部材を用いて光学接続構造を形成する一例の工程図である。図24(a)に示すように、一对の光ファイバ10a、10bと、逆三角形をしたV字状の整列溝421を有する整列部材42と、支持部材34とを用意する。支持部材34は、円柱状であり、その下部外周部(外周の一部)には、屈折率整合性を有し、かつ自由に変形する固形の粘着性接続部材25が塗布により取り付けられている。ま

た、光ファイバ10a、10bは、端部の被覆が除去され、カットされた端面を有している。次に、図24(b)に示すように、一对の光ファイバ10a、10bを整列部材42のV溝421内に上方より載置する。その場合、光ファイバ間に適当な間隔が存在するように載置する。次に、図24(c)に示すように、支持部材34を整列部材42上に、支持部材が光ファイバ10aと光ファイバ10bとの間に位置するように載置し、これを図示しない粘着材で仮固定する。それにより、支持部材34の下部外周部に塗布された粘着性接続部材25は、V溝421の内部に垂れ下がって存在するようになる。次いで、図24(d)に示すように、2本の光ファイバ10a、10bを移動させて支持部材34の下方で突き合わせる。それにより、光ファイバ10a、10bの先端が粘着性接続部材25に接触し、粘着性接続部材が変形して光ファイバ10a、10b間に介在した本発明の光学接続構造が形成される。なお、図24(e)に示すように、光ファイバ10a、10bは上部より板状の押え部材81a、81b等によって固定するのが好ましい。

[0087] 上記の場合、粘着性接続部材25が支持部材34に支持されているので、作業者が直接、粘着性接続部材25に接触することなく光ファイバ10a、10bを取り扱うことが可能となる。また、一定量の粘着性接続部材25が支持部材34の下部外周部に備えられているために、光ファイバ10a、10bの接続端面のみに接続部材25を取り付けることができ、接続部周囲に汚染や埃等の付着の影響を与えることがない。またV溝421上で位置あわせをすることができるため、光ファイバ10a、10bの光軸にずれを起こすことなく光学接続を行うことができる。

[0088] 上記の場合、整列部材42には、図25に示すように、整列溝421と交差する方向に、整列溝421の深さよりも浅いV溝422を有していてもよい。この整列部材を使用する場合には、V溝422上に、粘着性接続部材が支持された支持部材34を載置することができ、それにより、支持部材34の位置を簡単に固定することができる。

[0089] 自由に変形する粘着性接続部材を支持するための支持部材は、その材質および形状については特に限定されるものではない。例えば、図26(a)～(f)に示すような形状の支持部材34を用いることができる。すなわち、棒状のもの(図26(a))、一つの突起物341を設けたL字形状やT字形状のもの(図26(b)、図26(c))、二つの突起部341a、341bを設けたもの(図26(d)～図26(f))等、種々の形状のものが使用で

きる。また、その断面形状は、円形、楕円形、または三角形、四角形などの多角形であってもよい。材質としては、金属類、ガラス類、プラスチック類、ゴム材料など、適宜選択して用いればよい。なお、図26(f)のように上方に保持部342a、342bを設けたものは、支持部材を把持しやすくし、装着するときの作業効率が向上する。なお、上記突起部は、支持部材を整列部材に載置する際に、整列部材に設けた孔に嵌合するものであるのが好ましく、支持部材を安定化させるように作用する。

[0090] 図27は、図26(e)に示す支持部材を用いて光接続構造を形成する場合を説明する図である。整列部材42には、V溝421およびその両側に一对の孔423a、423bが設けられており、粘着性接続部材25を保持した支持部材34の突起部341a、341bが、この孔423a、423bに挿入されるように構成されている。この構成の場合、各突起部341a、341bを各孔423a、423bにそれぞれ挿入することにより、支持部材34を整列溝421上に載置して、簡単に支持部材34と整列部材42の位置合わせをすることができ、また光学接続時には支持部材34の位置を安定させることができる。

[0091] また、粘着性接続部材を支持部材に設ける位置および設ける方法には、何等の限定はなく、粘着性接続部材の性状等に応じて適宜選択して用いればよい。例えば、粘着性接続部材を設ける位置については、図28(a)、(d)のように支持部材34の外周部全面に取り付けたものや、図28(b)、(c)、(e)のように支持部材34の下部外周部に取り付けたものなど、整列溝の位置、サイズに合わせて取り付ければよい。

[0092] 支持部材に粘着性接続部材を設ける方法については、例えば、液状の粘着性接続部材をスプレーや刷毛などで塗布して固化する方法、粘着性接続部材をフィルム化し、支持部材の外周に巻きつけたり(図28(d))、外周の一部に貼着する方法(図28(e))などが採用できる。

[0093] 本発明の光学接続構造においては、支持部材34の直下において光ファイバ10a、10bが接続されたものである必要はない。例えば、図29に示すように、光ファイバの端面が支持部材が載置された位置とは異なる位置で接続されていても構わない。図29に示す場合、光ファイバ10a、10bを整列部材42の整列溝421に配置し(図29(a))左側の光ファイバ10aを右方向に移動させて、その端面を支持部材34に設けた変形可能な粘着性接続部材25に接触させ、さらに光ファイバ10aを右方向に移動させ

て左側の光ファイバ10bの端面に突き当てればよい(図29(b))。それにより、光ファイバ10aと10bの間に粘着性接続部材25が密着した状態で介在する本発明の光学接続構造が形成される。なお、この場合、図29(c)に示すように、押え部材81で支持部材34を下方方向に押さえ込むことによって光ファイバ10aの固定も行うこともできる。

[0094] 本発明において、上記整列部材42のサイズは、特に限定されるものではなく、光ファイバの種類、または本数によって選択すればよく、その形状も特に限定されるものではない。また整列溝421の本数も、光ファイバの本数により選択すればよく、光ファイバが複数本であっても、整列溝421の間隔は仕様により適宜選択すればよい。さらに整列溝421の断面形状も特に限定されるものではなく、V字形状の他に、楕円形状、円形状、矩形形状などであっても構わない。V溝形状、矩形形状のように、光ファイバ端面近傍に整列溝空間が存在すると、粘着性接続部材25が変形して接続される場合に、はみ出した材料がその整列溝空間に広がるため、より光ファイバ間の距離が縮まり、光損失も小さくなる。また、粘着性接続部材が、光ファイバ端面全面に密着するために、光ファイバの光学接続を安定させることができる。特にV溝は、光ファイバを載置しやすく、安定化させやすいので、最も適した構造である。また、整列部材の材料に関しても特に限定するものではなく、前記図7の整列部材に関して述べたと同様のものが使用できる。

[0095] 本発明において、粘着性接続部材の粘着保持距離は $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましいが、粘着性接続部材の粘着保持距離は、 $23\pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度45%の条件下で次のようにして測定した値である。

[0096] 図30は粘着保持距離の測定方法を説明するための説明図であり、図31は、粘着性接続部材を貼着した状態のMTフェルール75aの斜視図であり、図32は図30の光ファイバの接続部分の拡大図である。図30に示すように、MTフェルール75a(白山製作所製、8心、材質PPS)の端面に、厚さ $50\mu\text{m}$ の粘着層を設けた厚さ $100\mu\text{m}$ のプラスチックフィルム91(91a、91b)(サイズ $0.5\text{mm}\times 7\text{mm}$)を貫通孔751a、751bの上下にそれぞれ貼り付け、その二つのフィルムの中央を繋ぐようにシート状粘着性接続部材21(サイズ $2\text{mm}\times 3\text{mm}\times$ 厚さ $25\mu\text{m}$)を貼り付けた(図31)。そしてMTフェルール75bをMTフェルール75aの端面に向き合わせて配置し、ガイドピンを介して

位置合わせし、MTフェルール75aとMTフェルール75bの端面間隔を1mmにして固定した(図30(a))。

[0097] 次に、フェルール75aの貫通孔に、先端の被覆を除去し、クリーブした光ファイバ10a(クラッド径125 μ m、シングルモードファイバ、古河電工製)を挿入し、光ファイバの端面を粘着性接続部材に接触させ、(図30(b))さらに、接触した位置から250 μ m突き出した位置で光ファイバ10aを固定した(図30(c))。

[0098] もう一方のMTフェルール75bの貫通孔に同種の光ファイバ10bを挿入し、光ファイバ10bの端面を粘着性接続部材に接触するまで移動させた。この接触位置を原点Gとする。さらに、原点Gと光ファイバ10bの端面との間隔が10 μ mになる位置まで光ファイバ10bを移動させた(矢印方向)後、光ファイバ10bをその状態で2秒間保持した(図30(d)32図(a))。

[0099] その後、光ファイバ10bを矢印方向に10 μ m/secの速度で徐々に戻し(図30(e))コアから粘着性接続部材が剥れるまで光ファイバ10bを移動させた。そして、コアから粘着性接続部材が剥れた位置と原点Gとの間の距離を計測し、この距離Hを粘着保持距離とした。(32図(b))

以下、本発明の光学接続構造およびそれを形成するための光学接続方法を実施例によって説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0100] シート状粘着性接続部材の作製例1

n-ブチルアクリレート/メチルアクリレート/アクリル酸/2-ヒドロキシエチルメタクリレート共重合体(配合比=82/15/2.7/0.3)からなるアクリル系樹脂の30%酢酸エチル溶液100部に、コロネートL(日本ポリウレタン工業社製、トリメチロールプロパンのトリレンジイソシアネートアダクト)1.0部を配合して混合した。得られたアクリル系粘着材塗布液を、離型材を塗布したプラスチックフィルム的一面に、乾燥後の膜厚が100 μ mになるように塗工してアクリル系粘着材層を製膜した。使用に際して、プラスチックフィルムより剥離した(シート状粘着性接続部材(1))。なお、このときにアクリル系粘着材について、分光光度計にて1300~1320nmの波長領域における光透過率を測定したところ、93.5%であった。また、アクリル系粘着材の屈折率をアツベ屈折率計で測定したところ、1.465であった。

[0101] シート状粘着性接続部材の作製例2

SD4590/BY24-741/SRX212/トルエン(=100/1.0/0.9/50(重量部))からなる付加型シリコン系粘着材塗布液(いずれも東レ・ダウコーニング社製)(SD4590を主剤とし、BY24-741及びSRX212を硬化剤とする付加型シリコン系粘着材である。)を用意した。この付加型シリコン系粘着材を、離型材を塗布した厚み100 μ mのポリエチレンテレフタレートフィルム的一面に、乾燥後の膜厚が50 μ mになるように塗工して付加型シリコン粘着材層を製膜した。使用に際して、ポリエチレンテレフタレートフィルムより剥離した(シート状粘着性接続部材(2))。

実施例 1

[0102] 上記のようにして得られたシート状粘着性接続部材(1)を用い、図33に示すようにして光学接続構造を形成した。まず、V溝を有する二個の整列部材43a、43b(サイズ5mm×10mm)のV溝断面を光学顕微鏡で位置合わせし、次いでガラス基板80に設けた0.05mmのスリット801から0.2mmの位置にV溝端部を合わせ、整列部材をガラス基板80に接着剤で固定した。その後、上記シート状粘着性接続部材21を、ガラス基板のスリットに挿入して、ガラス基板表面に垂直に配置した。その後、両方の整列部材43a、43bのV溝内に光ファイバ10a、10bを配置した。光ファイバとしては、石英光ファイバ心線(古河電工社製、径250 μ m、シングルモード)を用い、被覆を端部から25mmだけ、ファイバストリッパーで除去し、光ファイバ素線をむき出しにし、端部より10mmのところまで光ファイバ素線をファイバカッターでカットしたものを用いた。光ファイバ10bをV溝に沿わせて平行移動させ、光学顕微鏡で観察しながら光ファイバ素線の端部がV溝基板から外れた適当な位置にくるまで移動させた後、光ファイバ10bを平面板85bと整列部材43bで挟み込み、UV接着剤で整列部材上に固定した(図33(a))。次いでもう一方の光ファイバ素線10aをシート状粘着性接続部材21に密着するまで移動し(図33(b))、更に光ファイバ素線10aを、その端面に密着したシート状粘着性接合部材が光ファイバ10bとに突き合わされるまで光学接続部材を押し付けた。突き合わされた後のシート状粘着性接合部材の厚みは10 μ mであった。なお、R=62.5 μ m、D=1.5mm、D=24Rであった。その後、光ファイバ10aを平面板85aと整列部材43aで挟み込み、光ファイバ固定ジグ94で固定し

た(図33(c))。

- [0103] 接続した光ファイバの接続損失を1300nmの波長で測定したところ、0.2dB以下であり、また反射減衰量を測定したところ、50.3dBと良好な光学特性を示した。
- [0104] さらに-25℃から70℃、500回の温度サイクル試験を行ったところ、光損失変動は0.2dB以下であり、また光学接続を脱離後に粘着性接続部材を観察したところ、外観上の異常は認められなかった。

実施例 2

- [0105] 上記のようにして得られたシート状粘着性接続部材(2)を用い、実施例1と同様にして光学接続構造を形成した。接続された光ファイバの接続損失を測定したところ0.4dB以下であり、良好な光学特性を示した。また、前記光学接続構造体を125±2℃環境下に放置する耐熱性試験(JIS C 0021に準拠)、及び-40℃から75℃、500回の温度サイクル試験を行ったところ、光損失変動は0.4dB以下であり、また光学接続を脱離後に粘着性接続部材を観察したところ、固化や黄変は見られず、光学接続部品として十分再使用できることが分った。

実施例 3

- [0106] 図34は4心光ファイバテープ心線を接続した光学接続構造を示す平面図である。4本の光ファイバ同士の光学接続を実現するにあたり、2本の4心光ファイバテープ心線15a(このテープ心線中の光ファイバは101-104)と15b、およびガラス基板80上に固定された4本のV溝を持つ二つの整列部材43a、43bを用いた以外は、実施例1と同様に接続操作を行い、一枚のシート状粘着性接続部材21を用いて、4本の光ファイバを簡単に光学接続することができた。また、カットした光ファイバの長さを計測したところ、4本の光ファイバ素線間で±10μm程度のばらつきがあったが、シート状粘着性接続部材が柔軟に変形して各々の光ファイバに密着、固定できるので、光ファイバ素線間の光損失変動のばらつきも小さく、100回の着脱試験において、光損失変動は各心線で0.3dB以下であり、同じシート状粘着性接続部材を用いて、常に安定した出力を維持でき、光学接続構造として、十分使用可能なことが分った。

実施例 4

- [0107] 図35は、光ファイバとロッドレンズを接続する工程を示す図である。実施例1と同様

に光ファイバ素線10をガラス基板80上の整列部材43のV溝に設置した。一方、ロッドレンズ17(mflends社製 外径2mm ϕ)を2.1mm ϕ の貫通孔441を有するロッドレンズ用整列部材44(サイズ5mm \times 5mm \times 10mm)に貫通させ、ロッドレンズ端面をロッドレンズ用整列部材端面から適当な距離に位置させて接着剤で固定し、ロッドレンズがV溝と位置合わせされた状態にし、さらにガラス基板80のスリット801から0.05mmの位置に整列部材43及びロッドレンズ用整列部材44をガラス基板表面に接着剤で固定した。その後、シート状粘着性接続部材21をスリットに挿入して設置した(図35(a))。次に、光ファイバをV溝に這わせる様に移動させて、光ファイバの端面をシート状粘着性接続部材に突き当て(図35(b))、さらに移動させてシート状粘着性接続部材を変形させることにより、該部材の反対側をロッドレンズに密着させた。その後、光ファイバ10を平面板85と整列部材43で挟みこみ、さらに光ファイバ固定ジグ94でそれらを挟み込み固定した(図35(c))。上記のように、光ファイバとレンズのようにサイズの異なる光伝送媒体間の接続であっても、光ファイバを押し当てて粘着性接続部材を変形させることによって、レンズとシート状粘着性接続部材は最小限の面積で密着するので、両者の取り外し作業時には簡単に剥がすことが可能であった。

実施例 5

- [0108] 図36に示すようにして光ファイバの端面処理を行なった。すなわち、光学部材のシート状粘着性接続部材21として、屈折率1.46に調節したアクリル系粘着材をシート化し、厚み25 μ m、サイズ8mm \times 16mmのシートを用いた。これをシートと同等のサイズのU字型の支持部材31にしわがないように貼り付けた(図36(a))。次に、1本の光ファイバ10(古河電工製、外径250 μ m、クラッド径125 μ m、コア径10 μ m)の被覆を端部から20mm除去し、光ファイバ素線を剥き出しにし、端部から10mmのところで光ファイバ素線をカットした。次に、支持部材に貼り付けたシート材を光ファイバ素線の端面に密着させて配置した(図36(b))。そして、光ファイバ端面に接触して密着するシート状粘着性接続部材を非接触部分から切り離されるまで光ファイバ10を移動させた(図36(c))。次いで、端面に粘着性接続部材20が貼着した光ファイバを上方に移動し、光ファイバをシートを支持する支持部材31より取り外した(図36(d))

。この場合、光ファイバに接する面における粘着性接続部材の周辺部は、コアの中心から $50\mu\text{m}$ ～ $65\mu\text{m}$ 程度であった。

[0109] この粘着性接続部材20を具備した光ファイバ10aを図37に示すような整列部材45を用いて光学接続した。すなわち、幅が $250\mu\text{m}$ 、高さ $250\mu\text{m}$ のV字状整列溝451を中央に有する下部基板452($10\text{mm}\times 40\text{mm}\times 10\text{mm}$)のV字状整列溝内に、先端を被覆除去し、カットした光ファイバ10aを載置し、他方、同様な光ファイバ10bを対向するように載置した。二つの光ファイバ10a及び10bをV字状整列溝に沿わせて、粘着性接続部材20に接触するまで近づけて密着させた。この状態で、上方からガラス製の上部平板453をV字状整列溝を有する下部基板452に載せて固定した。

[0110] 以上のようにして、二つの光ファイバをV字状整列溝内にて周囲の汚染が起きることなく簡単に接続させることができた。また、粘着性接続部材の柔軟性により光ファイバの端面周辺の自由度が増すために光ファイバに過剰な押圧力がかからなくなり、その結果、光ファイバの破損が起ることなく、極めて良好な取り扱い性で光学接続を行うことができた。また、粘着性接続部材の粘着性により光ファイバ端面が密着するために接続損失が 0.3dB と小さかった。形成された光ファイバの接続構造において、 D_1 は $50\mu\text{m}$ 、 D_2 は $65\mu\text{m}$ であった。

[0111] また、図36に示す光ファイバの端面処理方法は、光ファイバを移動させるだけで、簡単に支持部材に固定した接続部材を光ファイバ端面に貼着させることができ、取り扱い性が良好であった。

実施例 6

[0112] 実施例1と同様に粘着性接続部材の光ファイバ端面への貼着を行なった。光学接続工程において、光ファイバと光ファイバの端面同士が粘着性接続部材を介して突き合わされるときに、粘着性接続部材が厚さ $10\mu\text{m}$ になるまで光ファイバを押し当て、内部変形させる工程を採用した以外は、実施例1と同様の方法によって光ファイバを光学的に接続した。このとき、接続損失を測定したところ、 0.2dB であった。以上のように粘着性接続部材を変形させることにより、光ファイバの端面同士をさらに近接させることができるため、より低損失な接続を実現することができた。この実施例の場合、 D_1 はファイバクラッド径より小さく(実測不能)、 D_2 は約 $85\mu\text{m}$ であった。

実施例 7

[0113] 図38に示すようにして光ファイバの光学接続を行った。接続用整列部材46(サイズ10mm×20mm×40mm)は、中央に幅0.25mmの深溝461と一对の貫通孔462a、462bを有していた。一方、実施例1で用いたシート状粘着性接続部材21を、中央に空洞を有する透明のプラスチック樹脂の二つの支持部材31a、31b(2mm角厚み0.1mm)で挟み込み、シート状粘着性接続部材を内包したカートリッジを作製した。このカートリッジを、図38(a)に示すように、接続用整列部材の深溝461に装着した。先端25mmを被覆除去し、カットした光ファイバ10a、10bを貫通孔にそれぞれ挿入し、一方の光ファイバ10aをカートリッジに内包されたシート状粘着性接続部材に接触させ(b)、更にゆっくり押し込むことにより、粘着性接続部材20が光ファイバの端面に貼着されるようにした(c)。この光ファイバを適当な位置まで移動させ、接続用整列部材に接着剤で固定した。次に対向するもう一方の光ファイバ10bを移動し、粘着性接続部材に密着させた(d)。その後、この光ファイバを接続用整列部材に接着剤で固定した。

[0114] 以上のようにして、接続用整列部材内で、粘着性接続部材のシート材を内包し、かつシート状粘着性接続部材からその一部を切り離し、そのまま光学接続することにより、粘着性接続部材の貼着から光ファイバの接続までを一つの部材によって行うことができた。その結果、構造的に安定した光学接続が可能となり、光学接続構造の作製後に、粘着性接続部材にゴミや塵の付着を防止することができ、生産効率が向上した。この場合、 D_1 はファイバクラッド径より小さく(実測不能)、 D_2 は約65 μ mであった。

実施例 8

[0115] 図39は、単心光ファイバを接続する場合の本発明の光学接続構造(光コネクタ)の一例を説明するための図であって、図39(a)は光学接続構造の構成要素を示す図、図39(b)は接続した状態を示す図である。先端を被覆除去し、クリーブした光ファイバ10をFCコネクタプラグ72に設けたFCコネクタのフェルルール76の貫通孔761に挿入し、フェルルール端面762と光ファイバ端部がほぼ一致するように位置を調整し、貫通孔内に接着剤としてエポキシ樹脂(Epoxy Technology Inc. 製 エポテック35

3)を流し込んで熱硬化させることにより、光ファイバを固定した。次にフェルール端面に、膜厚25 μ mのアクリル系粘着樹脂を用いたシート状粘着性接続部材21を空気が入らないように密着させて載置し、これをフェルール径に対応した径の割スリーブ49内に挿入し、反対側から相対するフェルールを突き合わせることによってフェルール同士を接続させて、本発明の光学接続構造を形成した(図39(b))。

実施例 9

[0116] 図40は、多心光ファイバを接続する場合の本発明の光学接続構造(光コネクタ)の一例を説明する図であって、図40(a)は光学接続構造の構成要素を示す図、図40(b)は接続した状態を示す図である。また図41(a)～(c)は、図40の光コネクタの接続工程を示す説明図である。なお、本図では4心の光ファイバテープ心線を用いた場合を示しているが、光ファイバ本数はこれに限定されるものではない。

[0117] 先ず、光ファイバテープ心線15a、15bの先端の被覆を除去し、クリーブした各4本の光ファイバ101a～104a、101b～104bを、各MTフェルール75a、75bの貫通孔にそれぞれ挿入し、フェルール端面753と光ファイバ端部がほぼ一致するように位置を調整し、接着剤塗布孔752a、752bよりエポキシ樹脂を流し込んで硬化させることにより、光ファイバを固定した(図41(a))。

[0118] 次に、一方のMTフェルールの二つのガイドピン孔751a、751aにガイドピン47a、47bを挿入し、シート状粘着性接続部材21を、そのMTフェルールの端面753に載置した(図41(b))。次に、そのMTフェルール75aと他方のMTフェルール75bとをガイドピン47a、47bを介してを接続させ、本発明の光学接続構造を形成した(図40(b)、図41(c))。

[0119] 上記したように、本発明の光学接続構造は、一枚のシート状粘着性接続部材を用いて複数本の光ファイバを一括で接続することが可能であり、いずれの光ファイバに対しても良好な光学接続を行うことができる。

[0120] なお、本発明の光学接続構造は、通常のコネクタ接続に用いられている光ファイバの端面を研磨したフェルールについても適用することが可能である。すなわち、図41で説明すれば、MTフェルール端面753及び各光ファイバの端面を研磨したものを用いて接続を行っても、良好な光学特性を得ることができ、特別な設計や加工を施

すことなく、既知のフェルルールをそのまま利用することができる。

実施例 10

[0121] 図42は、本発明をMPO型光コネクタに適用した場合の光学接続構造の構成要素を示す斜視図である。また、図43は、図42のMPO型光コネクタにおける接続状態を説明する図であって、図43(a)は接続前の状態、図43(b)は接続後の状態を示す平面図である。なお本発明は、以下に示すMPO型光コネクタ以外にも既存の多心コネクタであるMT-RJ、MPX、Mini-MT、Mini-MPO等のMTフェルルールを含んだアダプタ及びコネクタプラグにも用いることが可能である。

[0122] 図42および図43において、MPO型光コネクタは、シート状粘着性接続部材21、光ファイバテープ心線15a、15b、光ファイバを整列して把持するMTフェルルール75a、75b、およびプッシュプル機構により着脱を行うハウジングからなるMPOコネクタプラグ71a、71bと、一对のMPOコネクタプラグを接続するための接続用アダプタ50により構成されている。

[0123] 光ファイバの接続は、まず、シート状粘着性接続部材21を、MTフェルルール75aの端面に載置し、MPOコネクタプラグ71aに固定されたMTフェルルール75aの端面のガイドピン孔にガイドピン47a、47bを挿入する(図43(a))。次いで、相対するMTフェルルール75bのガイドピン孔にガイドピンを挿入させることによりMTフェルルール75bと位置合わせを行いながら、前記ハウジングによりMPOコネクタプラグ71a、71bと接続用アダプタ50とを接続する(図43(b))。なお、MTフェルルール端面は研磨処理をしなくても構わない。光学接続の際には、アダプタ内部でMTフェルルール端面同士が粘着性接続部材を介して密着し、光学接続構造が形成される。

[0124] 上記のように、本発明の光学接続構造においては、MPOコネクタプラグを用いた場合についても、研磨処理を行わずに低損失な接続が可能となる。また、MPOコネクタプラグは、プッシュプル形式であるので、着脱も簡単である。

[0125] 上記の場合、アダプタとして、前記図19および図20に示されるようにシート状粘着性接続部材が配置されたものを用いることもできる。

実施例 11

[0126] 図44(a)～(d)は本発明によるMTフェルルールを使用した光学接続構造(光コネク

タ)の場合で、支持部材を具備したシート状粘着性接続部材を使用した時の接続工程を示す説明図であり、図45は、図44に示す接続工程に用いるガイドピン支持部材の正面図である。図44(a)及び図45に示すように、二つのガイドピン47a、47bは、ガイドピン支持部材57により把持されており、そして、シート状粘着性接続部材21の両端が、各ガイドピンの中央近傍に設置され、それによってシート状粘着性接続部材21が二つのガイドピン47a、47bによって支持されている。ガイドピン支持部材57は、図45に示すように二つのガイドピン挿入溝571a、571bを有しており、両側面からガイドピン挿入溝に連通するスリット状孔に突起平板95a、95bが摺動自在に挿入されている。ガイドピンをガイドピン挿入溝内に載置した後に突起平板を押すと、ガイドピン挿入溝内に突起平板が押し込まれ、その溝部を突起平板によって囲むことにより、ガイドピンが把持される。なお、ガイドピン支持部材57は、内部に空洞572を有しているので、ガイドピンを載置すると、その空洞にシート状粘着性接続部材が位置するようになり、ガイドピン支持部材が接続部材に接触することはない。

- [0127] 次いで、このガイドピン支持部材に把持されたガイドピンの両端を、光ファイバ10a、10bを固定した一対のMTフェルール75a、75bのガイドピン挿入孔751a、751bに挿入し、ガイドピン支持部材57に接触するまでMTフェルールを押し込む(図44(b))。これによりガイドピンにより相対するMTフェルール75a、75bが位置合わせされるので、ガイドピン支持部材の突起平板を放すことによってガイドピン支持部材をガイドピンから外し(図44(c))、相対するMTフェルールを突き合わせて接続する(図44(d))。上記のようにして、ガイドピンにシート状粘着性接続部材を支持させることにより、ガイドピンの挿入時にガイドピンの先端でシート状粘着性接続部材を傷つける恐れがなく、また、埃や塵の付着をも防止することが可能になる。

実施例 12

- [0128] 図46(a)～(c)は、本発明を4心MTフェルールに使用した光コネクタの構成要素及び接続工程を示す斜視図である。図46(a)に示すように、支持部材32は、MTフェルールの外周とほぼ同一形状の枠状の空洞を有する筒状の部材であって、その一端の中央近傍に横幅が1.5mmのシート状粘着性接続部材21が載置されている。また、他端は解放端となっていて、筒状部材の内部が空洞になっており、光ファイバ

を固定したMTフェルール75aをその空洞に嵌め込むことによって、MTフェルール75aの端面にシート状粘着性接続部材21が載置される(図46(b))。そして、フェルールに嵌め込んだ支持部材をフェルール側面に固定した状態で、相対するMTフェルール75bと突き合わせて、コネクタの光学接続構造を形成する(図46(c))。このように、支持部材をフェルールに嵌め込むことによって、容易に接続部材をMTフェルールに装着することができ、また接続終了後には支持部材をMTフェルールから外すだけでよいので、簡単に脱離することができる。

実施例 13

- [0129] 前記図24に示す光学接続構造を作製するために、断面が一边0.3mmの正三角形のV字形の整列溝421を有する整列部材42(サイズ5mm×12mm×3mm)、板状の上板2枚81a、81b(サイズ5mm×5mm×3mm)、先端を被覆除去し、カットした光ファイバ心線(径0.25mm)10a、10b、支持部材34に保持された粘着性接続部材25を用意した。支持部材34は、径0.1mm長さ3mmの円柱形状ピンを用い、また粘着性接続部材25は屈折率1.46に調整したウレタンエラストマー系樹脂を用い、ピン外周に膜厚が0.1mm〜0.4mm程度になるように接続部材を塗布して付着させた。
- [0130] 上記各部材を用いて光学接続構造を作製するには、まず、整列溝421に光ファイバ10a、10bを載置し、一方の光ファイバ10aを光ファイバ10bより2mm程度離れた位置に載置した。次に、光ファイバ10a、10b端面に挟まれた整列部材42の整列溝421の上部のほぼ中央に支持部材34を載置した。このとき、図示しないが、支持部材34が容易に浮き上がらないように、上からばねにより支持部材34を軽く押さえた。
- [0131] その後、光ファイバ10a、10bを内側に移動させ、粘着性接続部材25と接触させ、さらに移動させることで光ファイバ10a、10bの端面同士を光学接続した。このとき、光ファイバ10a、10bを押し込むことによって、光軸上の支持部材34に支持された粘着性接続部材25が光ファイバ10a、10bの端面に付着し、また、さらに押し込むことで、光ファイバ10a、10b同士が接続された(図24(a)〜(d)参照。)
- [0132] 本発明の光伝送媒体の接続方法によれば、粘着性接続部材25を備えた支持部材34をV溝上に載置することにより、光ファイバ10a、10b端面に必要量の粘着性接続

部材を供給することができた。また得られた光学接続構造は上方から粘着性接続部材25を載置することによって形成されるので、基板上での作業時に塗布するなどの煩雑な作業を行うことなく接続することができた。さらに粘着性接続部材25は必要量のみ整列溝421内に供給されるため、周囲の汚染が起きることもなく、粘着性接続部材起因の軸ずれによる光損失も起きなかった。その上、粘着性接続部材25を外す際には、支持部材34を取り外すだけでよく、作業効率が向上した。なお、このときの接続損失は0. 3dB 以下であり、光学特性も問題が無かった。

実施例 14

- [0133] 図47に示す光学接続構造を作製するために、実施例13で使用した整列部材42として、整列溝421に対して交差する、一片が0. 1mmの正三角形の溝422を有するものを用い、また、押え部材81として、整列部材42の溝422の対応する位置に、一片が0. 2mmの正三角形の溝を有したものを一枚用いた以外は、実施例13と同様の部材を用いて光学接続を行った。
- [0134] 上記各部材を用いて光学接続構造を作製するには、まず、図47(a)、(b)に示すように、実施例13と同様に整列溝421に光ファイバ10a、10bを載置し、次に整列部材42の溝422に支持部材34を載置した。そして、図47(c)に示すように、上方から押え部材81を支持部材34が溝に収まるように載せて光ファイバ10a、10bが浮き上がらないようにした。
- [0135] その後、図47(d)に示すように、光ファイバ10a、10bを移動させ、粘着性接続部材25と接触させた。そして、光ファイバ10a、10bを押し込むことによって、光軸上の支持部材34に支持された粘着性接続部材25が光ファイバ10a、10b端面に付着し、また、図47(e)に示すように、さらに押し込んで、光ファイバ10a、10b同士を粘着性接続部材25を介して光学接続した。同時に支持部材34は上方に移動し、光ファイバ10a、10bの接続を邪魔することがなく、また光ファイバ10a、10bの端面を傷つけることもなかった。
- [0136] この実施例の光伝送媒体の接続構造によれば、整列部材42に整列溝421に交差する溝422を設けたことにより、容易に支持部材34を載置することができ、簡単に位置合わせすることができた。その上、粘着性接続部材25を外す際には、支持部材34

を取り外すだけでよく、作業効率が向上した。なお、100回の繰り返し接続を行ったが、光ファイバ10a、10bは傷つくことはなかった。なお、このときの接続損失は0.2dB以下であり、光学特性も問題が無かった。

- [0137] 図27に示す光学接続構造を作製するために、二つの円筒形の突起部(長さ3mm、直径0.15mm)を有するU字形状の支持部材(幅2mm)に保持された接続部材(長さ3mm)を用意した。整列部材には整列溝の両側に二つの孔423a、423b(直径0.15mm、深さ3mm)を有し、この孔に支持部材34の突起部341a、341bを挿入できるようにした以外は、実施例1と同様の部材を用いて光学接続を行った。支持部材34の材質はステンレス鋼を用いた。これに実施例1で用いた粘着性接続部材25を支持部材34の外周部下部に刷毛で塗布して付着させた。
- [0138] 上記各部材を用いて光学接続構造を作製するには、まず、整列溝421上の支持部材34の両側に端面が向き合うようにして光ファイバ10a、10bを載置したあと、整列部材42の二つの孔423a、423bに粘着性接続部材25を備えた支持部材34の突起部341a、341bを挿入し、支持部材34を整列部材42の整列溝421上に整列溝に対して交差するように載置した。次に、図示しない上板をそれぞれの光ファイバ10a、10b上に載せて各光ファイバを押さえた。
- [0139] その後、光ファイバ10a、10bを内側に移動させ、各光ファイバの先端を粘着性接続部材25に接触させ、さらに移動させることにより、光ファイバ10a、10bの端面同士を光学接続し、本発明の光学接続構造を形成した(図27参照)。
- [0140] この実施例の光学接続方法によれば、支持部材34の突起部341a、341bを整列部材42に設けた孔423a、423bに挿入するだけで、簡単に整列部材42と支持部材34とを位置合わせして装着することができた。なお、このときの接続損失は0.2dB以下であり、光学特性も問題が無かった。

実施例 15

- [0141] 図47に示すようにして光学接続構造を形成した。すなわち、まず、実施例14の支持部材34を用い、図28(d)のように支持部材34の外周にフィルム状の粘着性接続部材25を幅2mmの範囲で巻きつけた。一周したところで粘着性接続部材同士を合わせて、外周下部に粘着性接続部材が0.2mm程度垂れ下がった状態にした。上

記のように粘着性接続部材25を支持する支持部材34を用いた以外は、実施例14と同様の部材を用いて光学接続を行った。また、上記粘着性接続部材のフィルムとして、アクリル系粘着樹脂(屈折率1.467)をフィルム化し、厚みを25 μ mにしたものを用いた。

[0142] 上記各部材を用いて光学接続構造を形成する場合、上記のようにフィルム化された粘着性接続部材25が均一な厚みを有するので、光ファイバ10a、10bに対して均一に押圧がかかるようになり、光損失が0.18dB以下の安定した光学接続をすることができた。また、粘着性接続部材25の脱離もフィルムを剥がすだけですむため、作業性が向上した。

[0143] また、粘着性接続部材25は粘着性の樹脂が用いられているために、その樹脂の濡れ性により容易に光ファイバ10a、10bの端面に密着し、かつその接着力により適当な押圧力で光ファイバ10a、10bと粘着性接続部材25との密着性を保持することができた。また、粘着性接続部材25は柔軟であるため、光ファイバ10a、10b端面が破損することもなく、極めて良好な取り扱い性で光学接続することができた。さらに再剥離性を有するため、V溝や光ファイバ10a、10bに付着した粘着性接続部材25は容易に剥がすことができるため、それを交換して再接続することができた。

実施例 16

[0144] 図48に示す光学接続構造は、光ファイバ固定部材86a、86bと、整列部材42と、ピン状の支持部材34と、ピン状導入部材82と、光ファイバ10a、10bと、押圧部材87とを備えている。まず、光ファイバ10aの先端部を一方の光ファイバ固定部材86aの固定部位861aに嵌め込んで保持すると共に、光ファイバ10bの先端部を他方の光ファイバ固定部材86bの固定部位861bに嵌め込んで保持した。このとき、光ファイバ10a、10bの端面を固定部位端面に対して1.1mm突出するようにした。支持部材34とピン状導入部材82に上から押圧をかけるための押圧部材87の押圧突起871に弾性体(アクリル系粘着材)95を貼り付けた。

[0145] 上記各部材を用いて光学接続構造を作製するには、まず、整列部材42上に光ファイバ10a、10bを保持した光ファイバ接続部材86a、86bをそれぞれ装着し、そのとき、整列部材42の整列溝421に光ファイバ10a、10bが載置するように仮固定した。こ

のとき、図48(a)に示すように、光ファイバの先端部が整列溝421に載置した状態になっているが、光ファイバ10bの先端においては整列溝421から0.3mm程度浮き上がっていた。

[0146] 次に、図48(b)に示すように、整列部材42上において光ファイバ固定部材86a、86b間にφ1mmのステンレス鋼からなるピン状導入部材82および支持部材34を載置した。その際、支持部材34の外周部下部には、粘着性樹脂よりなる接続部材25が塗布されていた。その後、図48(c)に示すように、押圧部材87のラッチ部872を整列部材42の係合部位424に係合させ、整列部材42に押圧部材87を上方から押し付けることでピン状導入部材82および支持部材34を整列溝421上に押し付けた。この場合、ピン状導入部材82が光ファイバ固定部材86aからはみ出している光ファイバ10aの先端部を整列溝内に押し付けた状態になり、右側のファイバ固定部材86bから光ファイバ10bの先端部が整列溝421からはみ出た状態になっている。

[0147] その後、図48(d)に示すように、右側のファイバ固定部材86bを前進移動させた。光ファイバ10bを前進させると、光ファイバ10bは、その先端が支持部材34の下部外周部と接触し、下部外周部によって下方に押圧されながら整列溝421に導入される。このとき、支持部材34の外周部下部の粘着性接続部材25が光ファイバ10b端面に接触することにより、光ファイバ端面に粘着性接続部材が付着した。また、光ファイバ10bが下方に押圧されることにより、光ファイバ10a、10bが互いに位置合わせされた。更に光ファイバ10bを前進させると、双方の光ファイバ10a、10bの先端が突き合わされて接続されることにより、本発明の光学接続構造が作製された。

[0148] 本実施例によって得られた光学接続構造では、支持部材34が粘着性接続部材25を支持する機能を有するだけでなく、支持部材34を下方方向に押さえ込むことによって、光ファイバ10a、10bの位置合わせも行うことができた。

請求の範囲

- [1] 互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品との間に、屈折率整合性を有する固形の粘着性接続部材が単一層の状態で密着して介在することを特徴とする光学接続構造。
- [2] 互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品との間に介在する前記粘着性接続部材の厚みが、 $50\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。
- [3] 前記粘着性接続部材の粘着保持距離が $10\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1または2に記載の光学接続構造。
- [4] 前記粘着性接続部材が、シリコーン樹脂またはアクリル樹脂からなることを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。
- [5] 前記粘着性接続部材がシート状粘着材よりなることを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。
- [6] 前記シート状粘着性接続部材と接触する前記光伝送媒体の端面の中心から該粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値 D と、該光伝送媒体の半径 R とが、 $R < D \leq 60R$ の関係を満たすことを特徴とする請求項5記載の光学接続構造。
- [7] 前記シート状粘着性接続部材の周縁部が支持部材によって支持されていることを特徴とする請求項5または6記載の光学接続構造。
- [8] 前記光伝送媒体のコアの中心から粘着性接続部材の周縁部までの距離の最小値を D_1 、最大値を D_2 、光伝送媒体の半径を R 、光伝送媒体のコアの半径を r としたとき、 $D_1 \geq r$ 、かつ、 $D_2 \leq 1.5R$ を満足することを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。
- [9] 前記光伝送媒体が、整列部材を用いて突き合わされている請求項1記載の光学接続構造。
- [10] 前記光伝送媒体が、少なくとも一つの光ファイバ整列孔を有するフェルルールまたは該フェルルールを含むプラグの該光ファイバ整列孔に挿入して固定されたものであって、一対の前記フェルルールまたは一対の前記プラグが粘着性接続部材を挟んで突き合

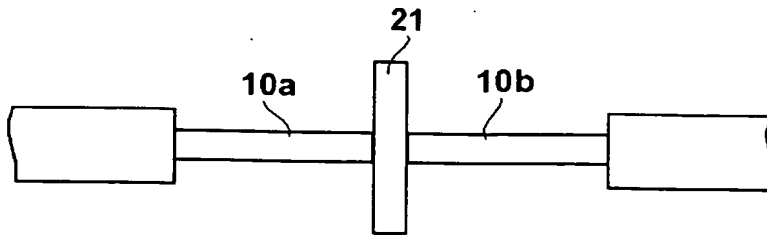
わされていることを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。

- [11] 前記フェルール同士または前記プラグ同士を位置合わせするための部材が具備されていることを特徴とする請求項10記載の光学接続構造。
- [12] 前記粘着性接続部材が支持部材によって支持されていることを特徴とする請求項10に記載の光学接続構造。
- [13] 前記フェルールまたはプラグがアダプタに装着され、該フェルール同士またはプラグ同士がアダプタ内部で粘着性接続部材を挟んで突き合わされていることを特徴とする請求項10に記載の光学接続構造。
- [14] 前記位置合わせするための部材が割スリーブであり、該割スリーブ内でフェルール同士またはプラグ同士が前記粘着性接続部材を挟んで突き合わされていることを特徴とする請求項11記載の光学接続構造。
- [15] 粘着性接続部材を支持している支持部材が前記割スリーブ内に装着されていることを特徴とする請求項13または14に記載の光学接続構造。
- [16] 前記位置合わせするための部材がガイドピンであり、前記フェルールまたはプラグがガイドピン孔を有し、相対するガイドピン孔にガイドピンを挿入することによってフェルールまたはプラグの位置合わせが行われたことを特徴とする請求項11記載の光学接続構造。
- [17] 粘着性接続部材を支持している支持部材が筒状部材からなり、該筒状部材の一端に粘着性接続部材が支持され、筒状部材の他端が前記フェルールまたはアダプタに嵌合することにより光学接続されていることを特徴とする請求項12または13に記載の光学接続構造。
- [18] 少なくとも一対の光伝送媒体と、整列溝を有する整列部材と、屈折率整合性を有する自由に変形する固形の粘着性接続部材と、該粘着性接続部材を支持する支持部材とを備えた光学接続構造であって、整列部材の整列溝内に少なくとも一対の光伝送媒体の端面を対向して載置させ、光伝送媒体間の整列溝上部に支持部材を載置させて、粘着性接続部材を挟んで少なくとも一対の光伝送媒体が光学接続されたことを特徴とする請求項1記載の光学接続構造。
- [19] 前記整列部材に整列溝に交差する方向に溝を有し、該溝に前記支持部材が載置

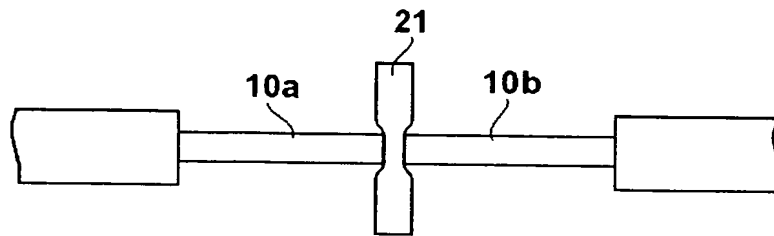
されたことを特徴とする請求項18に記載の光学接続構造。

- [20] 前記支持部材が少なくとも一つの突起部を有し、前記整列部材が少なくとも一つの孔を有しており、その孔に支持部材の突起部を挿入して固定し、支持部材を整列溝上部に載置したことを特徴とする請求項19記載の光学接続構造。
- [21] 光伝送媒体および光学部品と屈折率整合性を有するシート状粘着性接続部材を用いて、光伝送媒体の端面同士または光伝送媒体の端面と光学部品を接続する方法であって、互いに対向する光伝送媒体の端面間、または光伝送媒体の端面と光学部品の間にシート状粘着性接続部材を配置する工程と、一方の光伝送媒体の端面をシート状粘着性接続部材に密着するまで移動する工程と、該一方の光伝送媒体の端面を、前記シート状粘着性接続部材が変形を伴って他方の該光伝送媒体または光学部品に密着するまでさらに移動させる工程とからなることを特徴とする光学接続方法。
- [22] 粘着性接続部材が支持部材に支持されていることを特徴とする請求項21に記載の光学接続方法。
- [23] 光伝送媒体の端面をシート状粘着性接続部材に押し当てて密着させたまま、該シート状粘着性接続部材を該光伝送媒体に対して光伝送媒体の軸方向に相対的に移動させることにより、シート状粘着性接続部材の一部を端面に付着した状態で切り離す工程、および端面に粘着性接続部材が付着した光伝送媒体を、他の光伝送媒体または光学部品と接合する工程を有することを特徴とする光学接続方法。
- [24] 少なくとも一対の光伝送媒体と、整列溝を有する整列部材と、屈折率整合性を有する自由に変形する固形の粘着性接続部材と、該粘着性接続部材を支持する支持部材とを用い、前記整列部材の整列溝内に少なくとも一対の光伝送媒体の端面を対向して載置させる工程と、対向する光伝送媒体の間の整列溝の上に自由に変形する固形の粘着性接続部材を支持した支持部材を載置させる工程と、前記対向する光伝送媒体を前記粘着性接続部材を挟んで突き合わせて光学接続する工程とを有することを特徴とする光学接続方法。

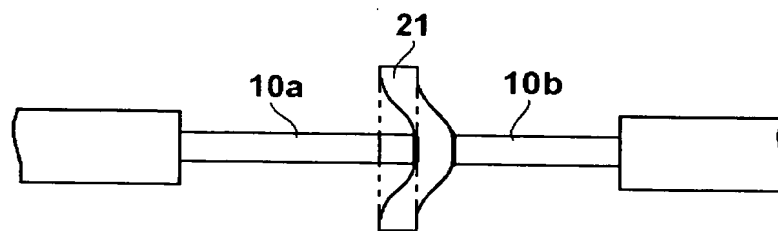
[図1]



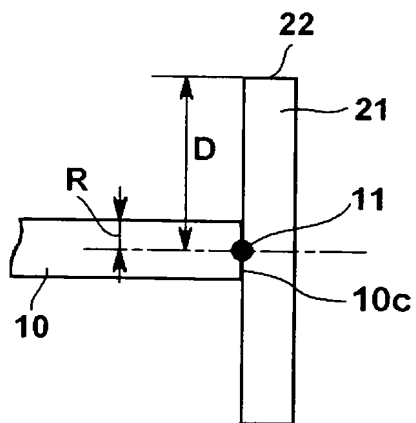
[図2]



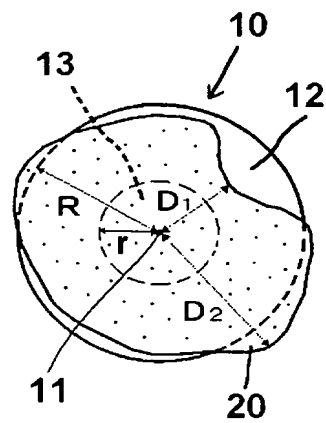
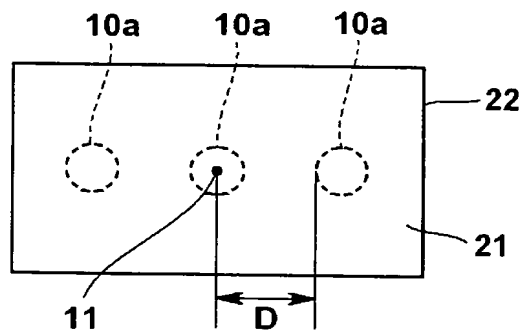
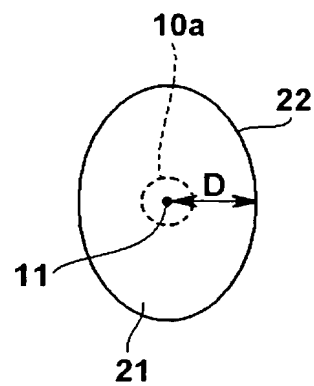
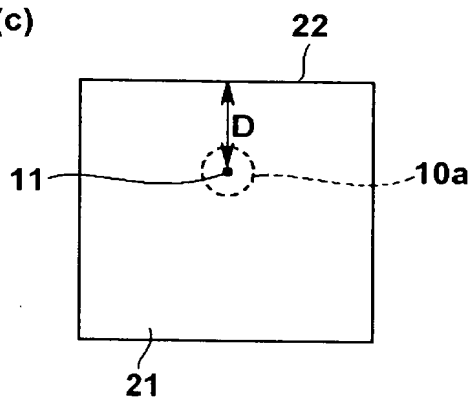
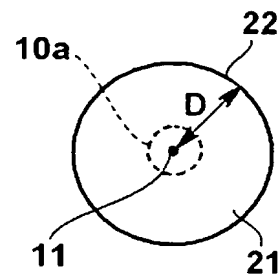
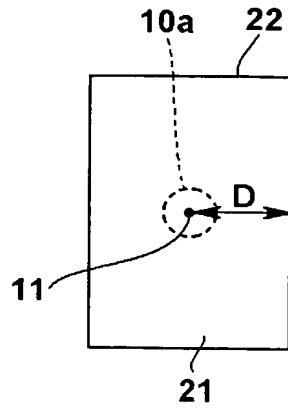
[図3]



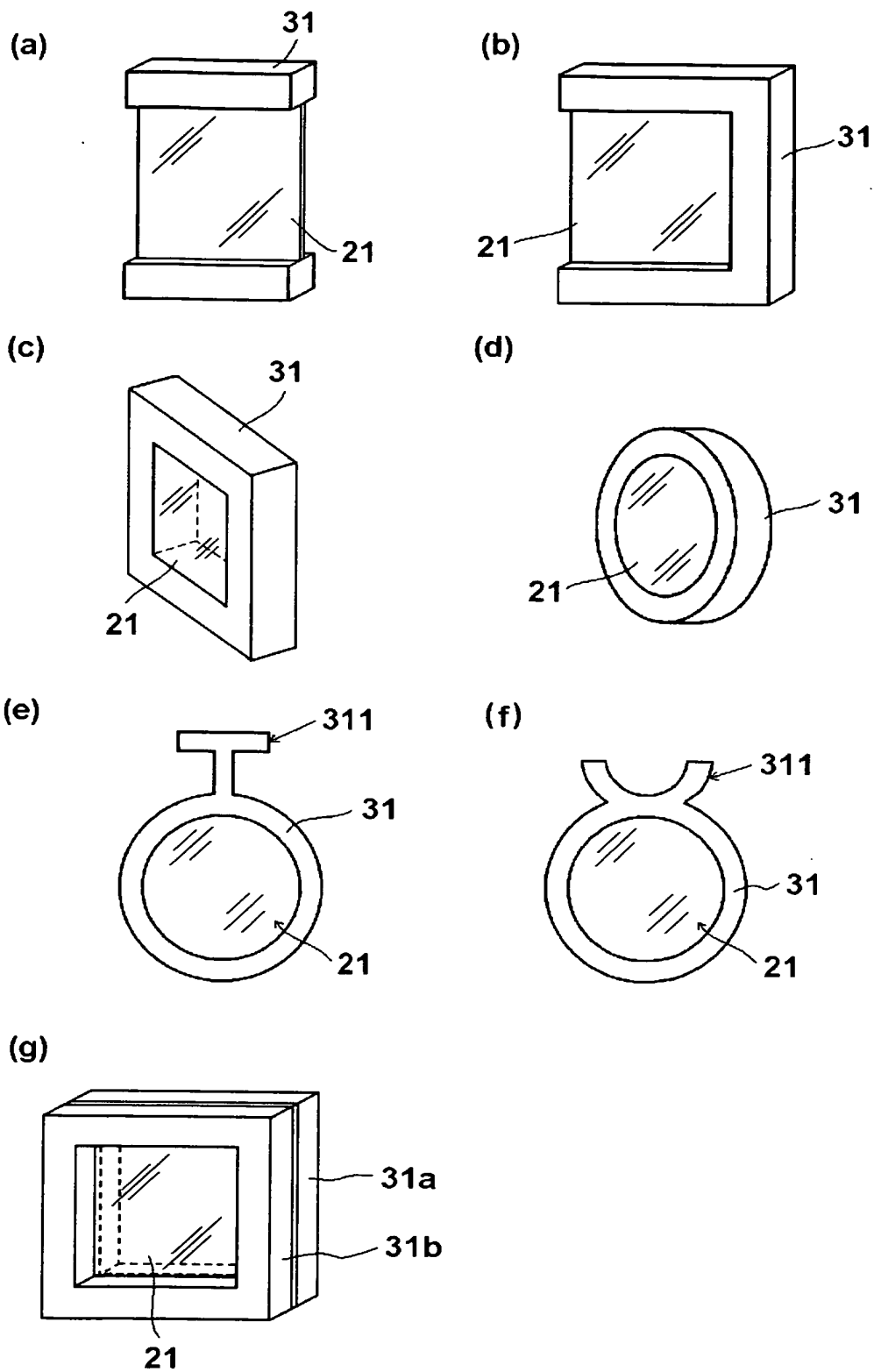
[図4]



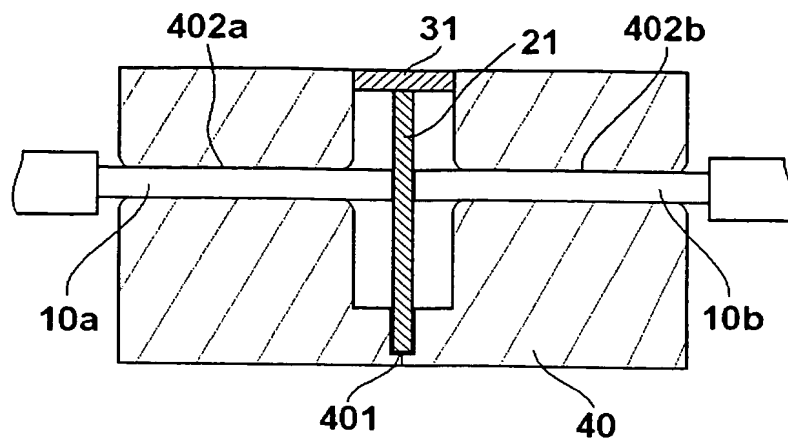
[図5]



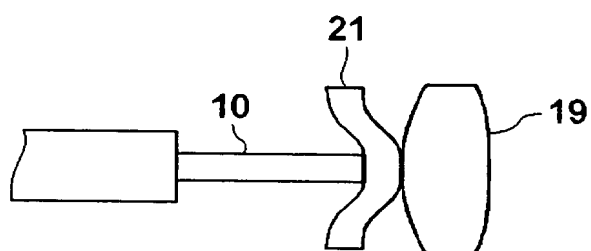
[図6]



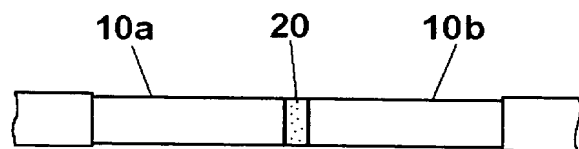
[図7]



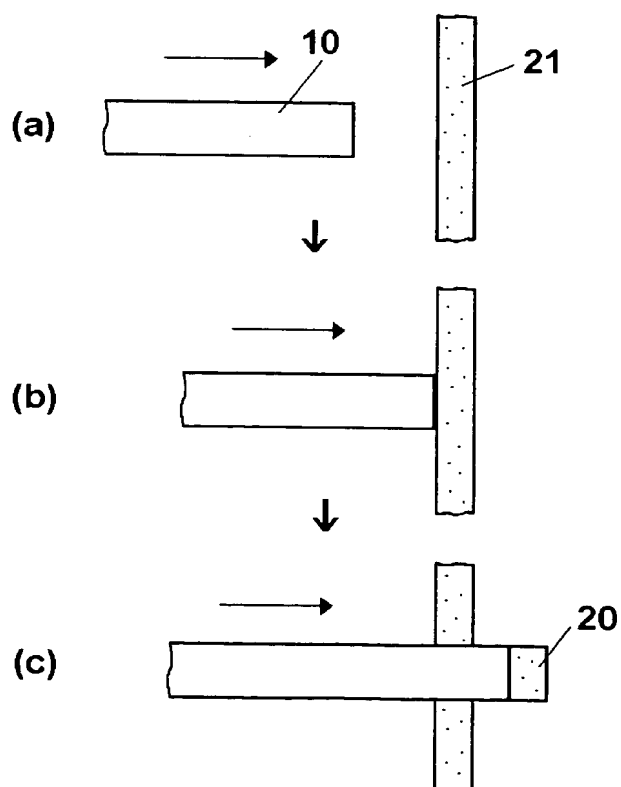
[図8]



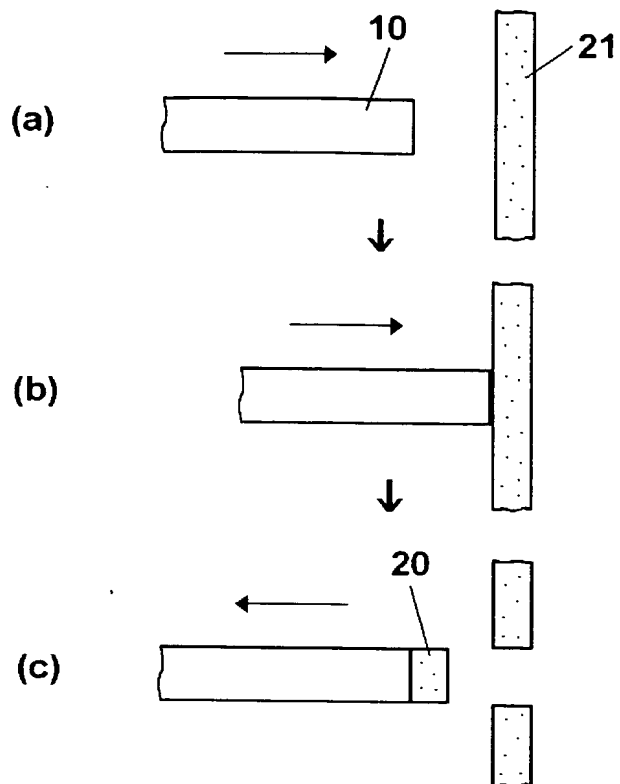
[図9]



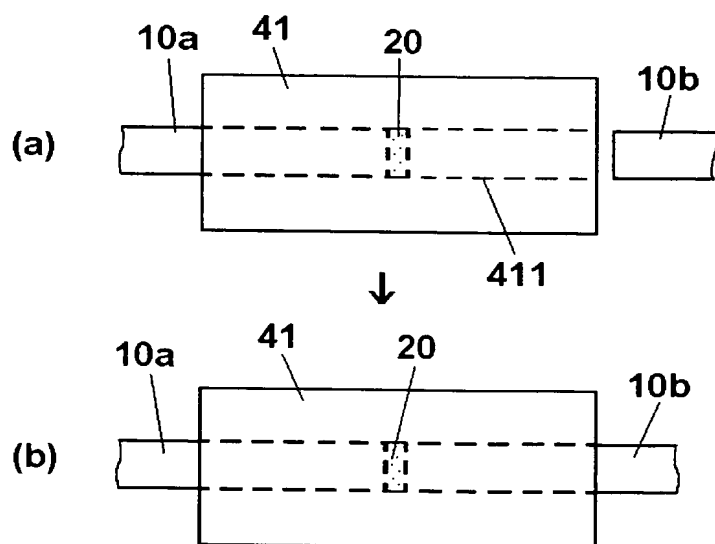
[図10]



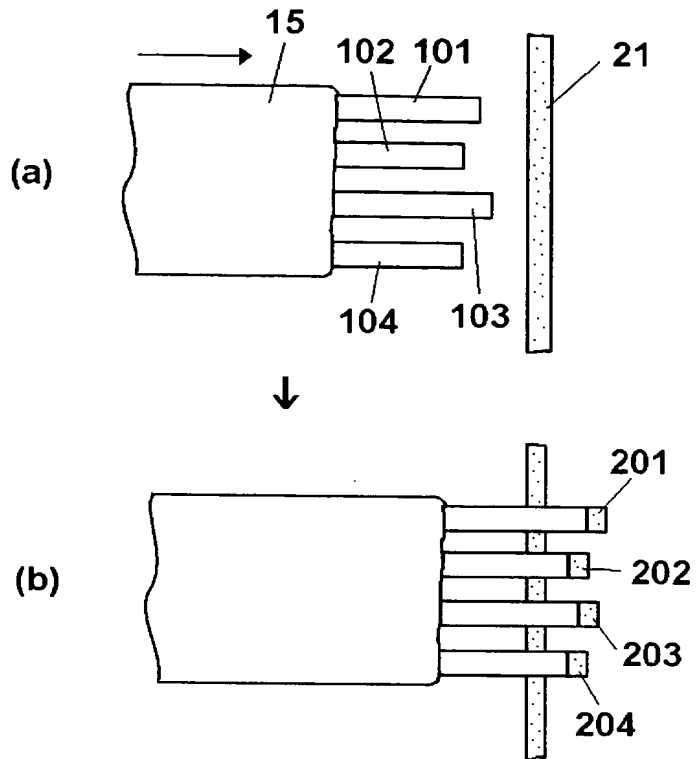
[図11]



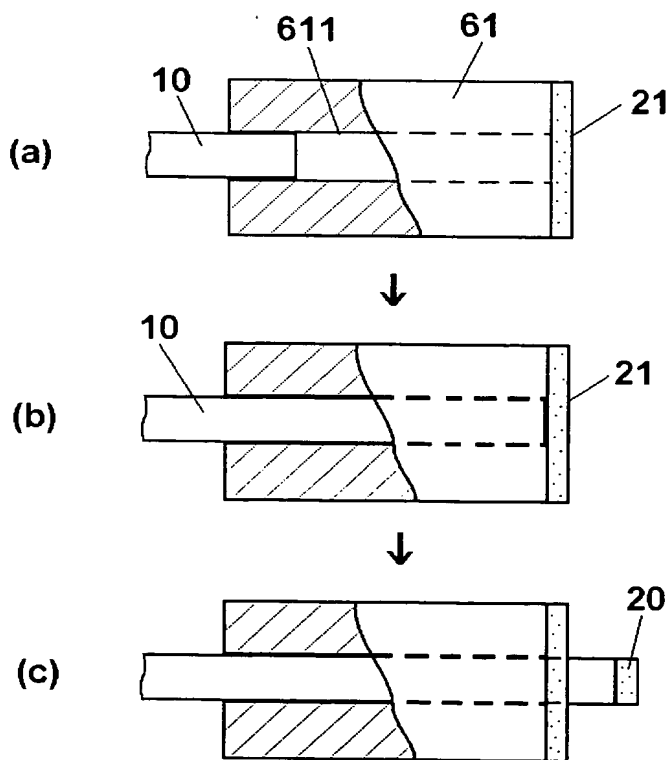
[図12]



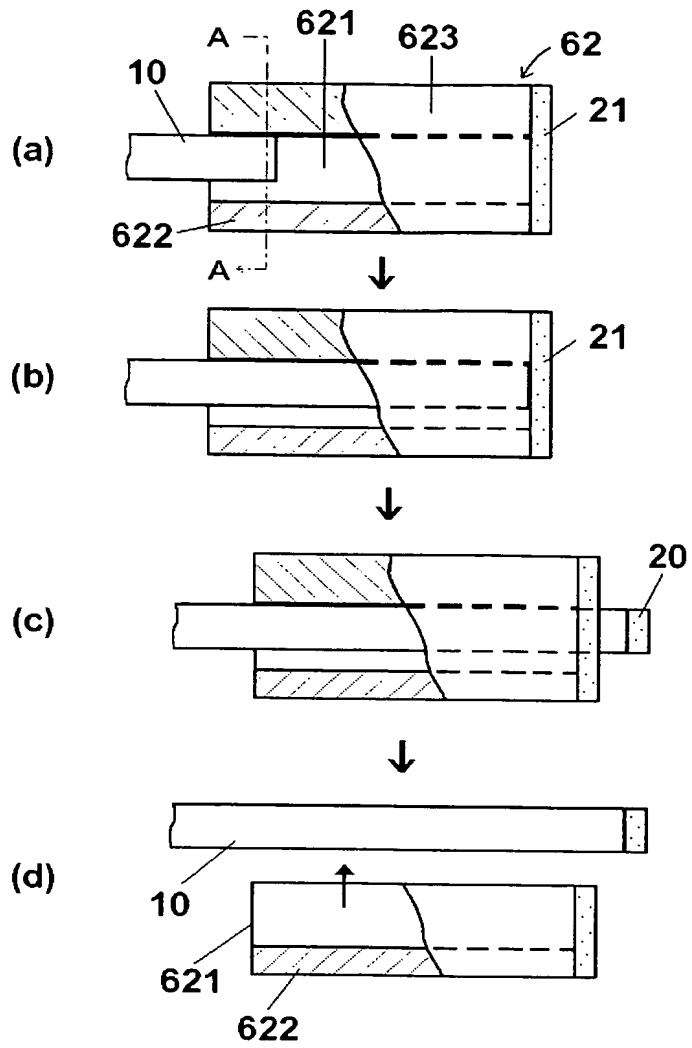
[図13]



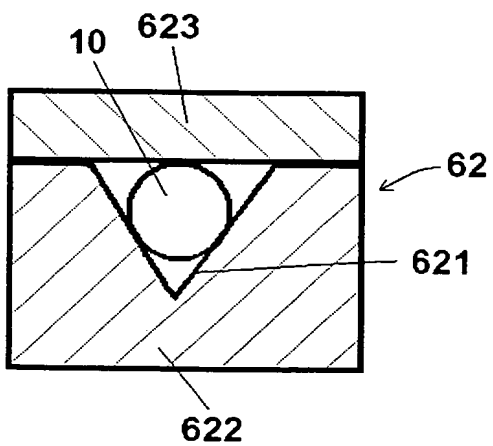
[図14]



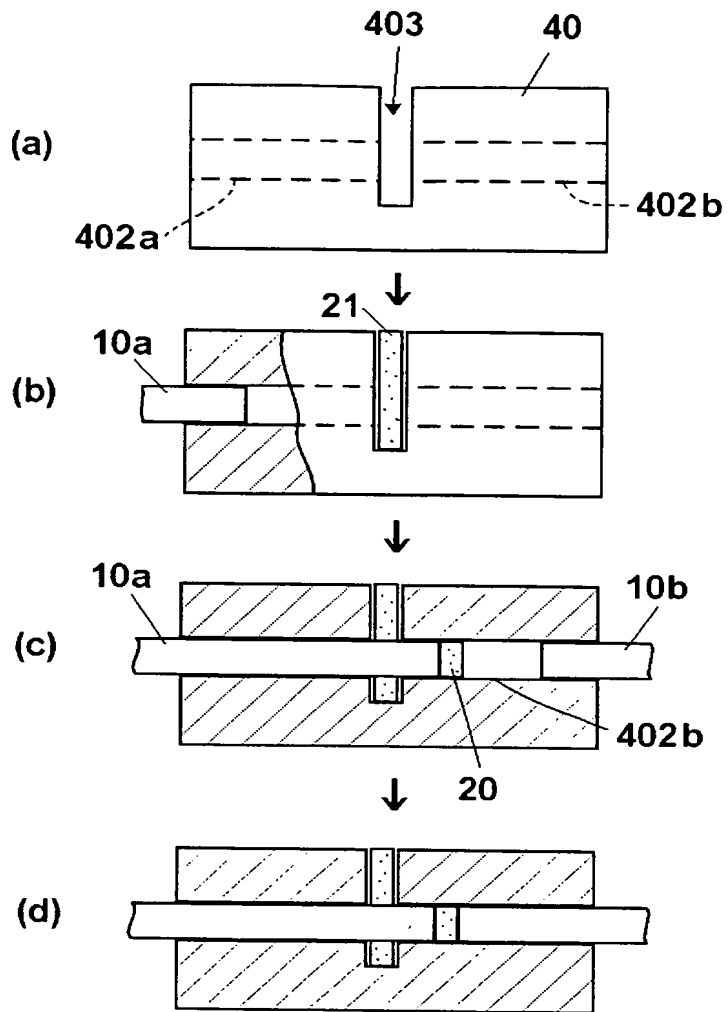
[図15]



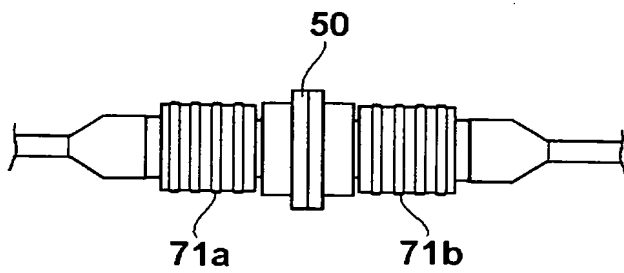
[図16]



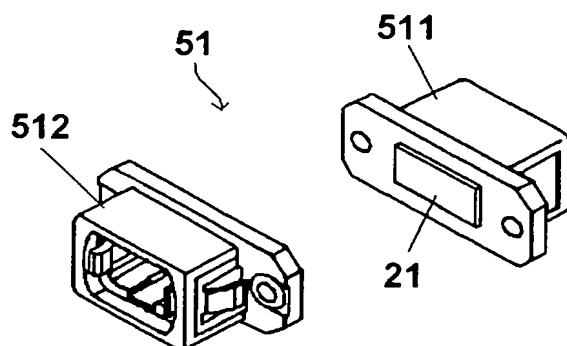
[図17]



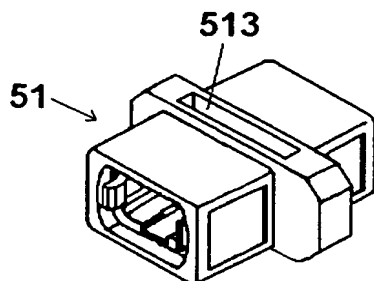
[図18]



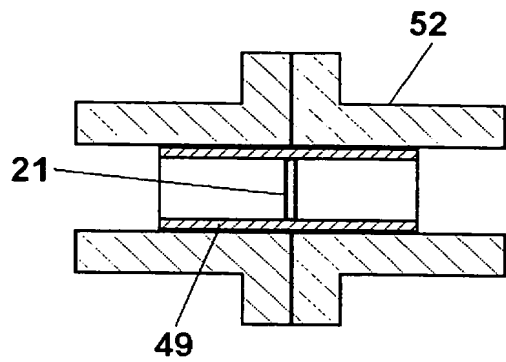
[図19]



[図20]

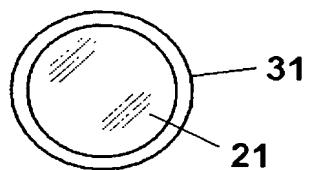


[図21]

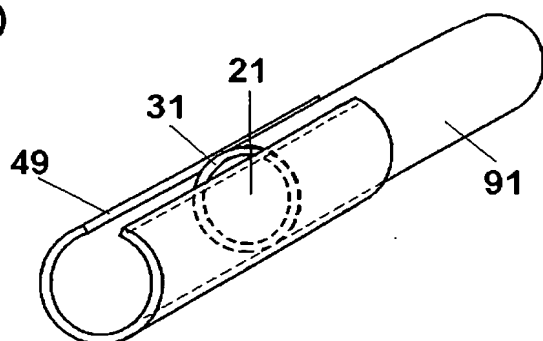


[図22]

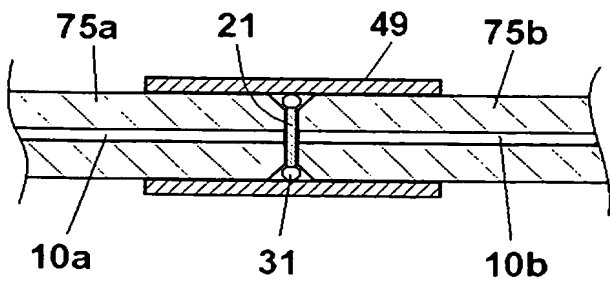
(a)



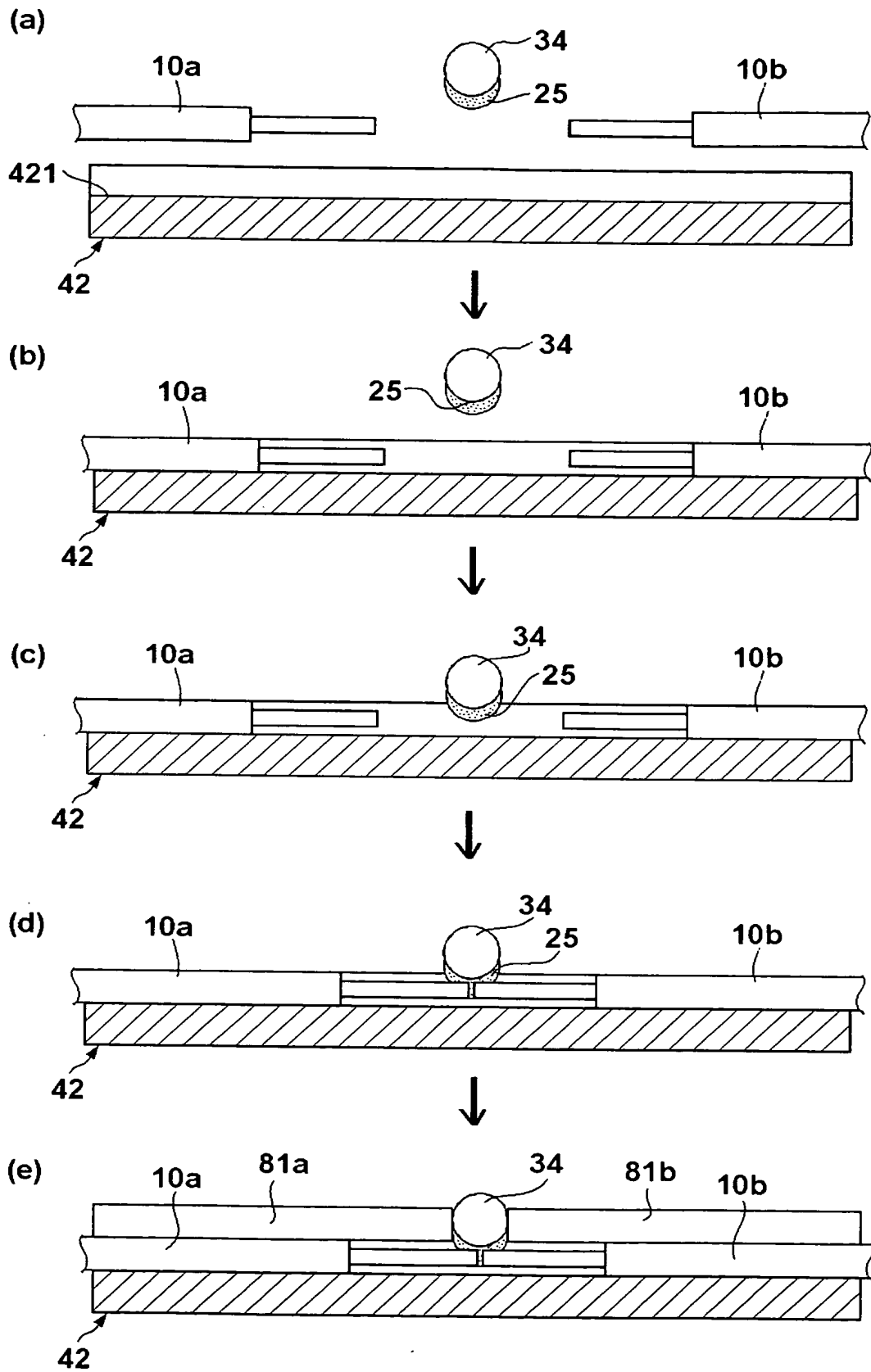
(b)



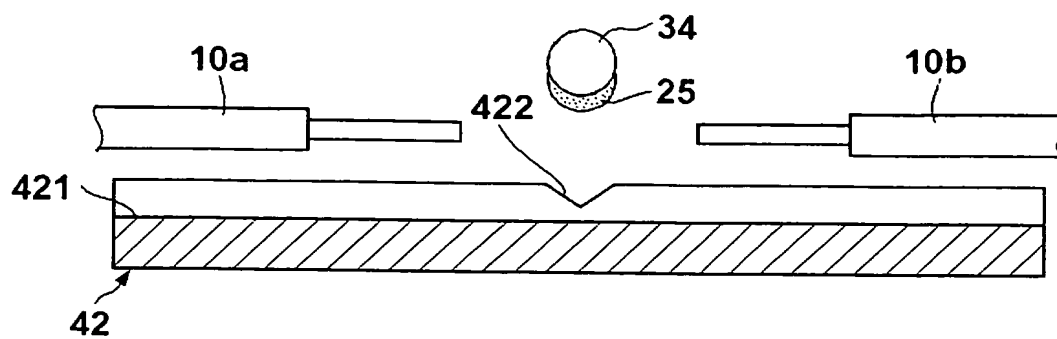
[図23]



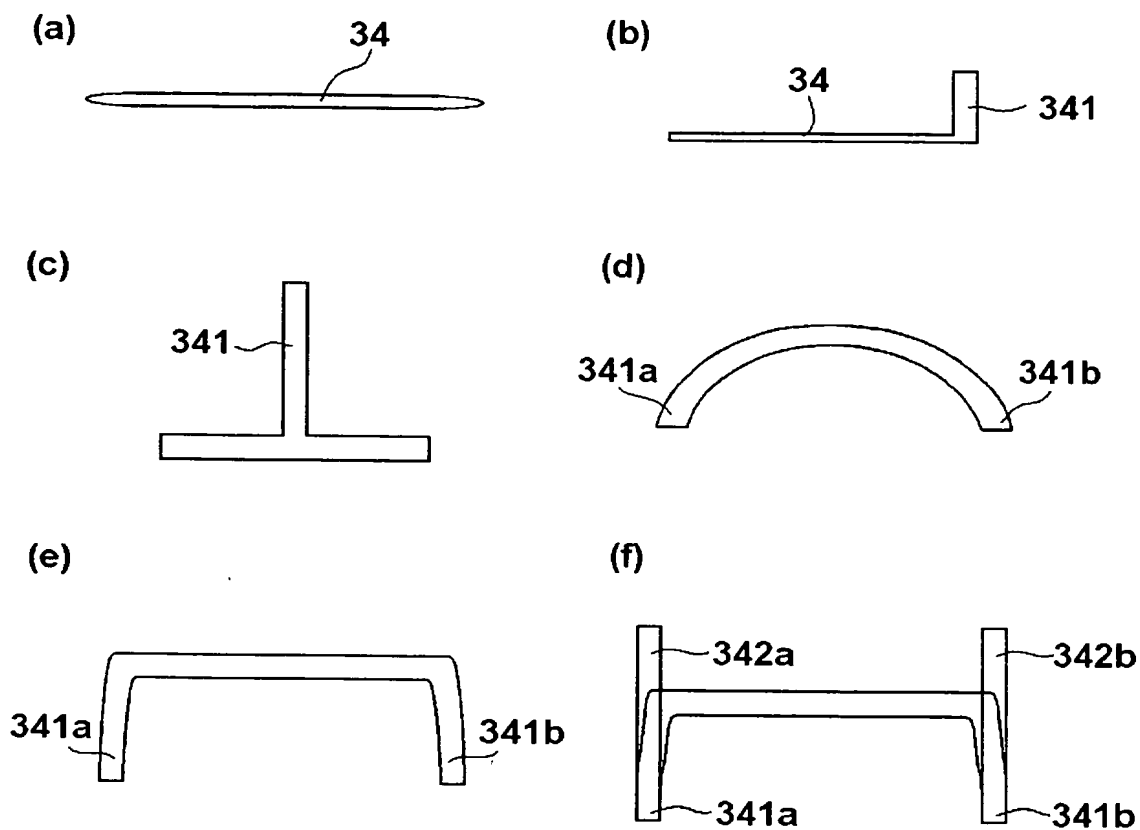
[図24]



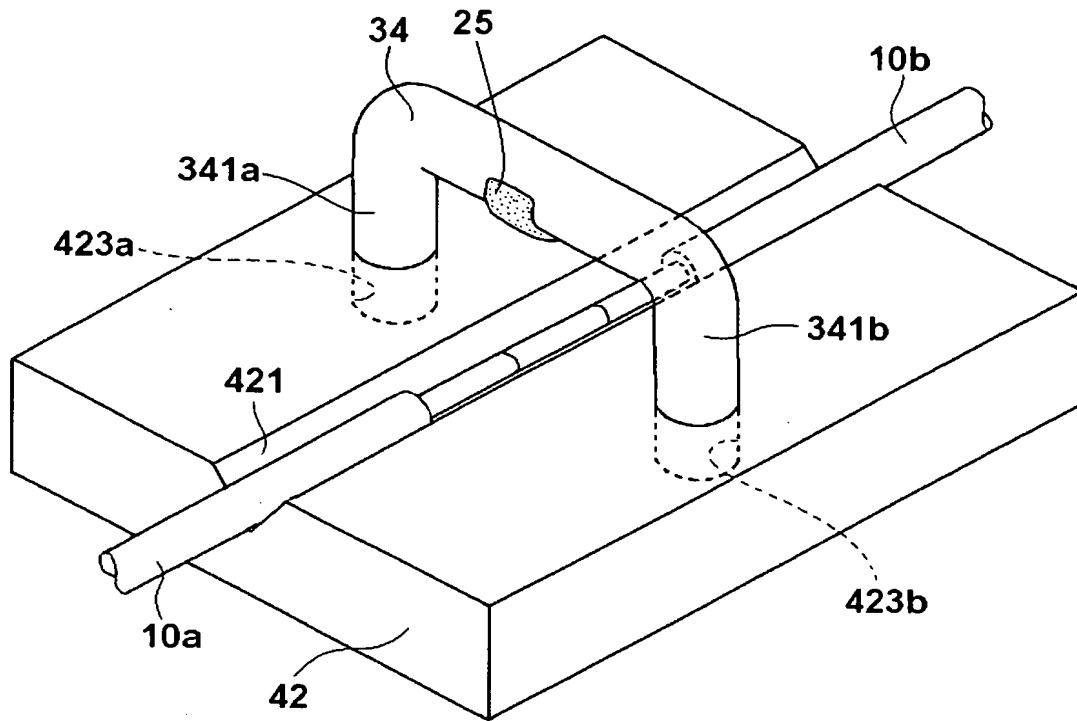
[図25]



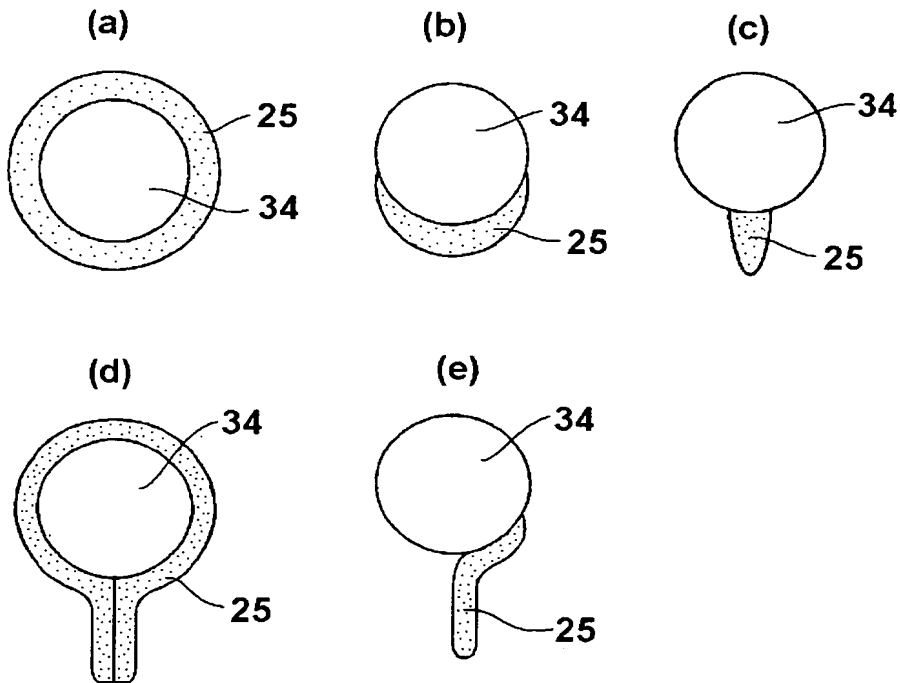
[図26]



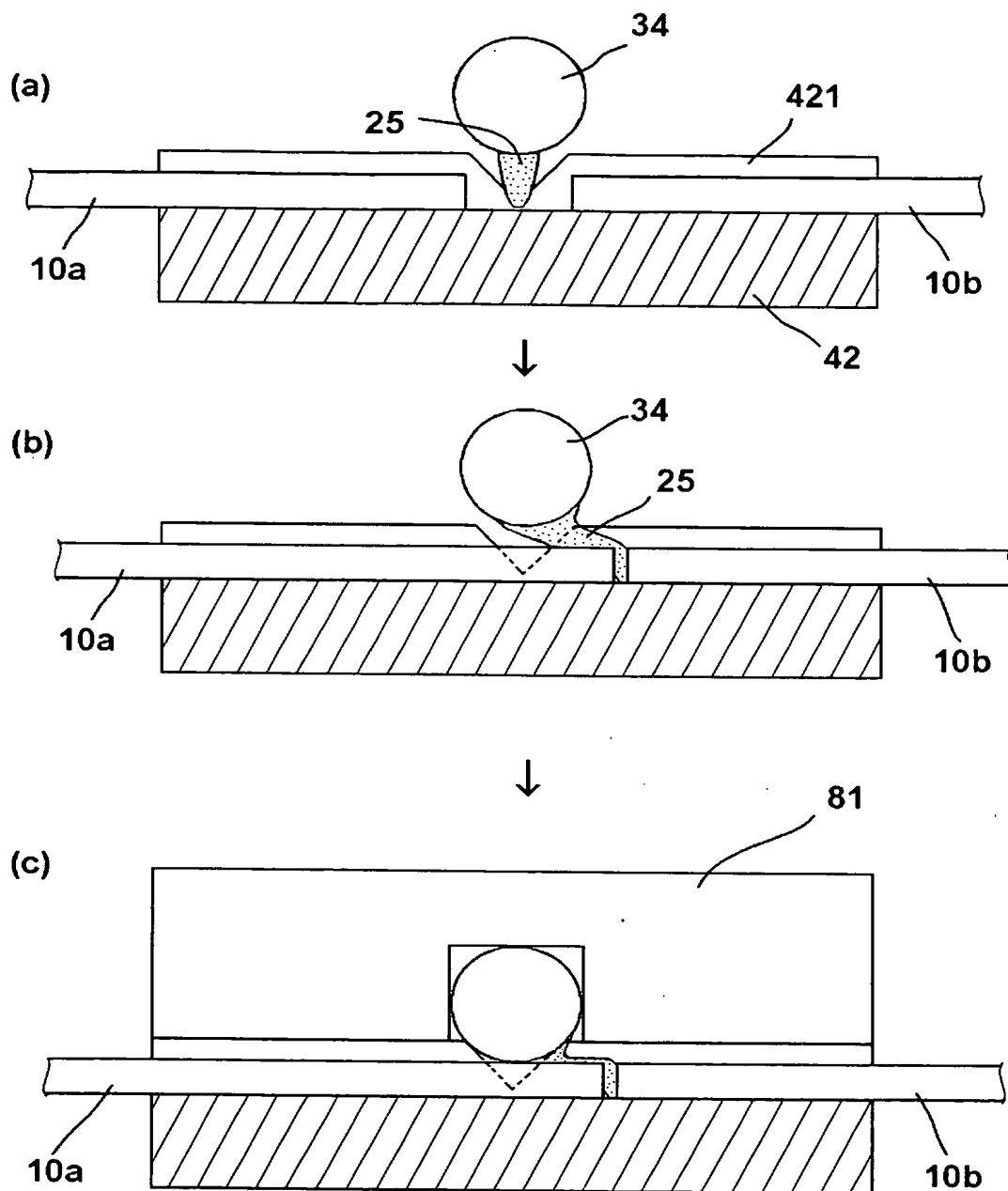
[図27]



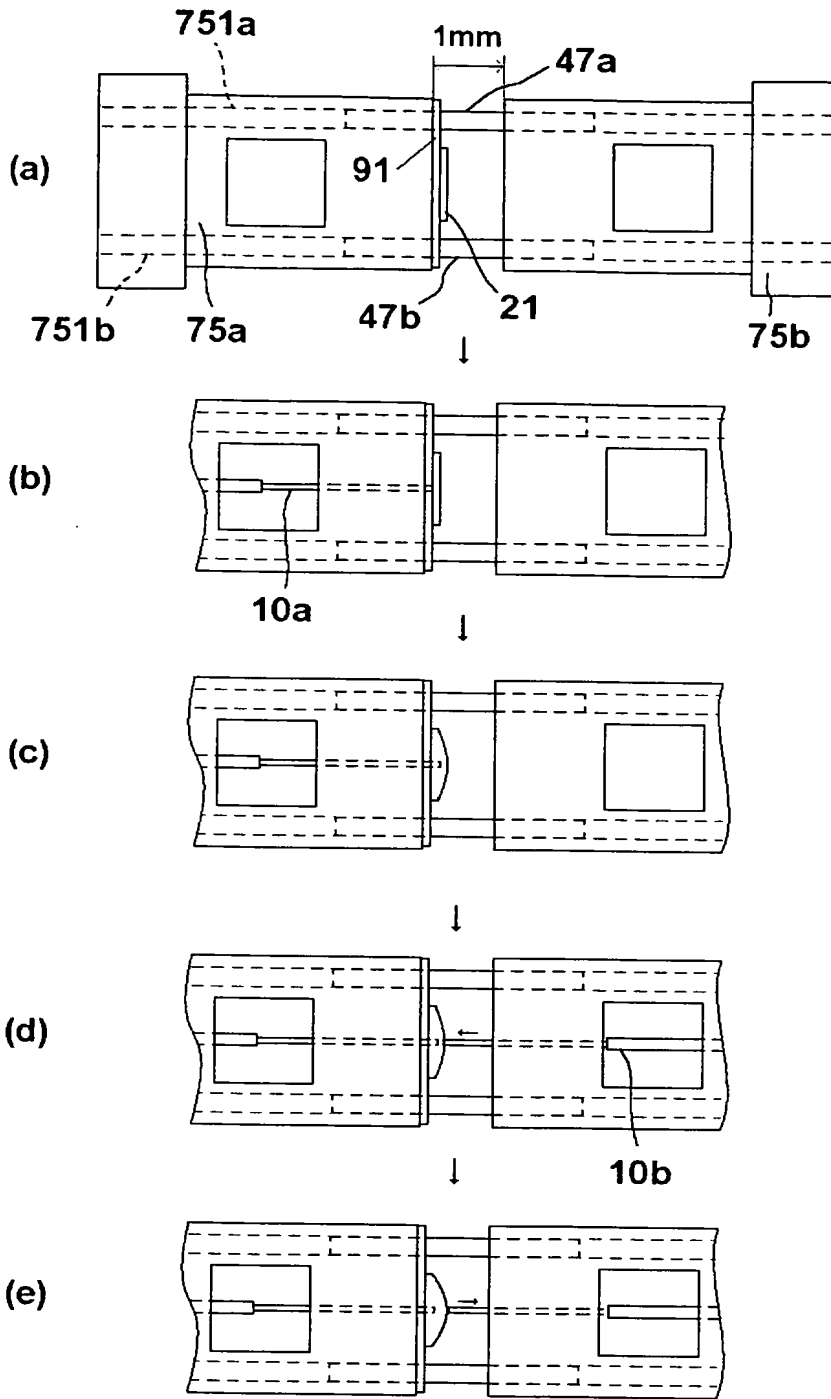
[図28]



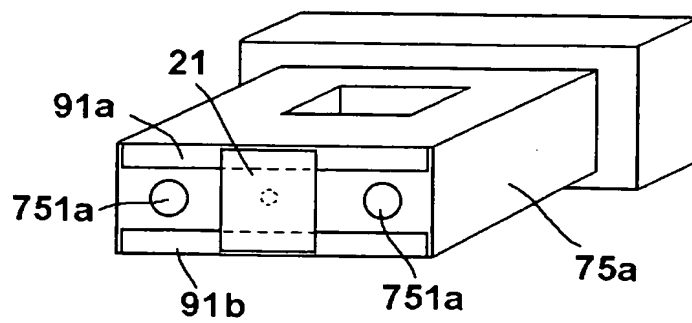
[図29]



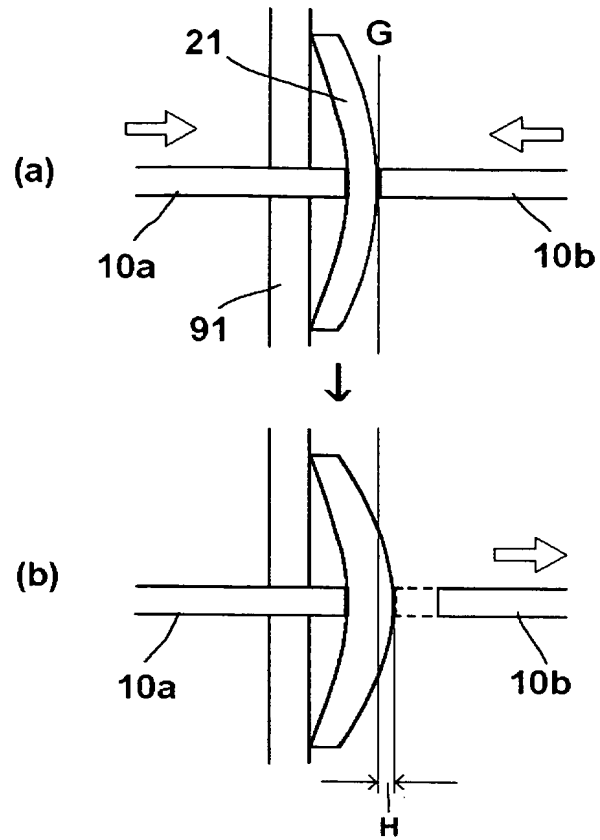
[図30]



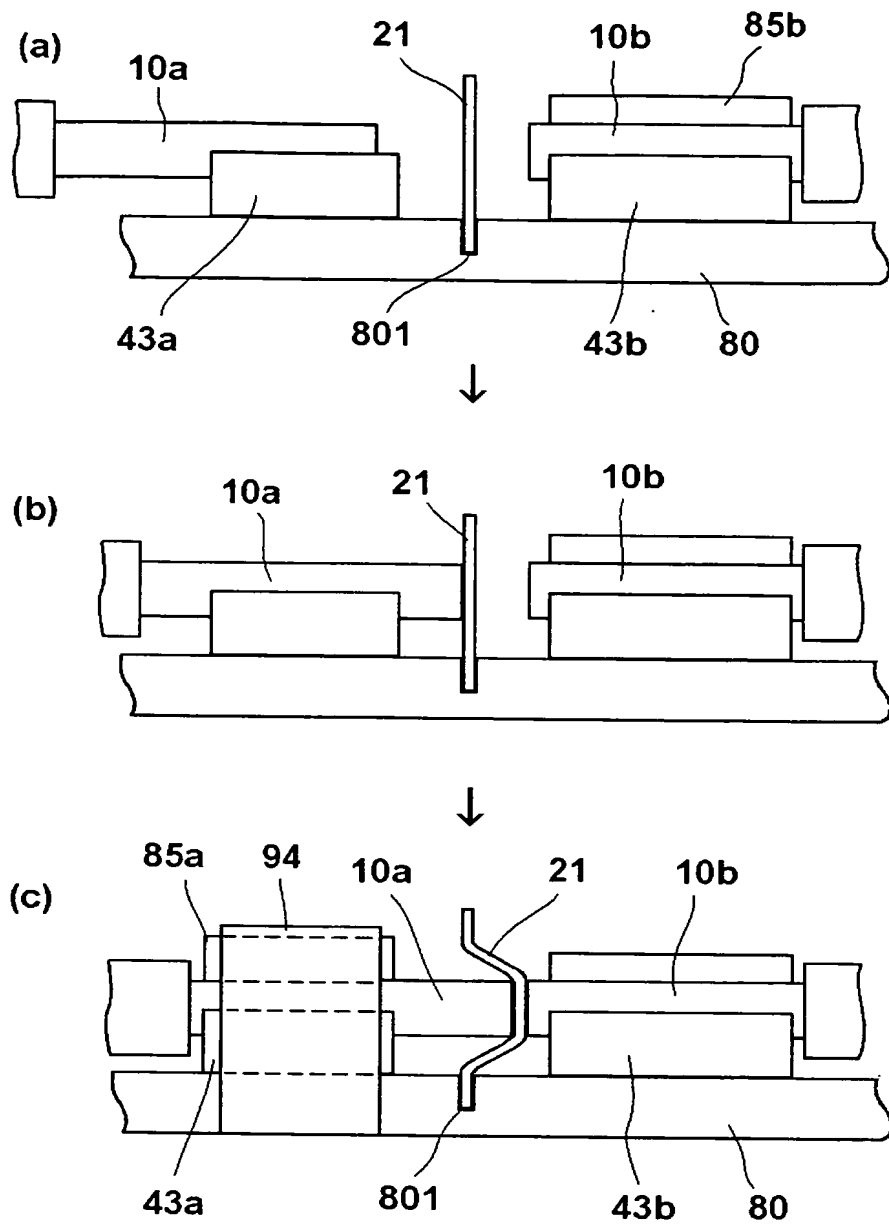
[図31]



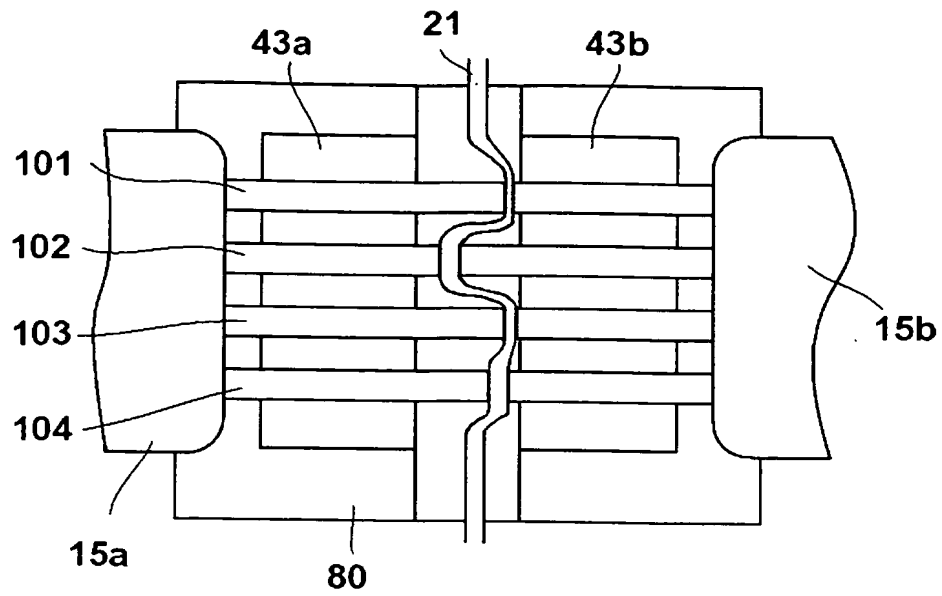
[図32]



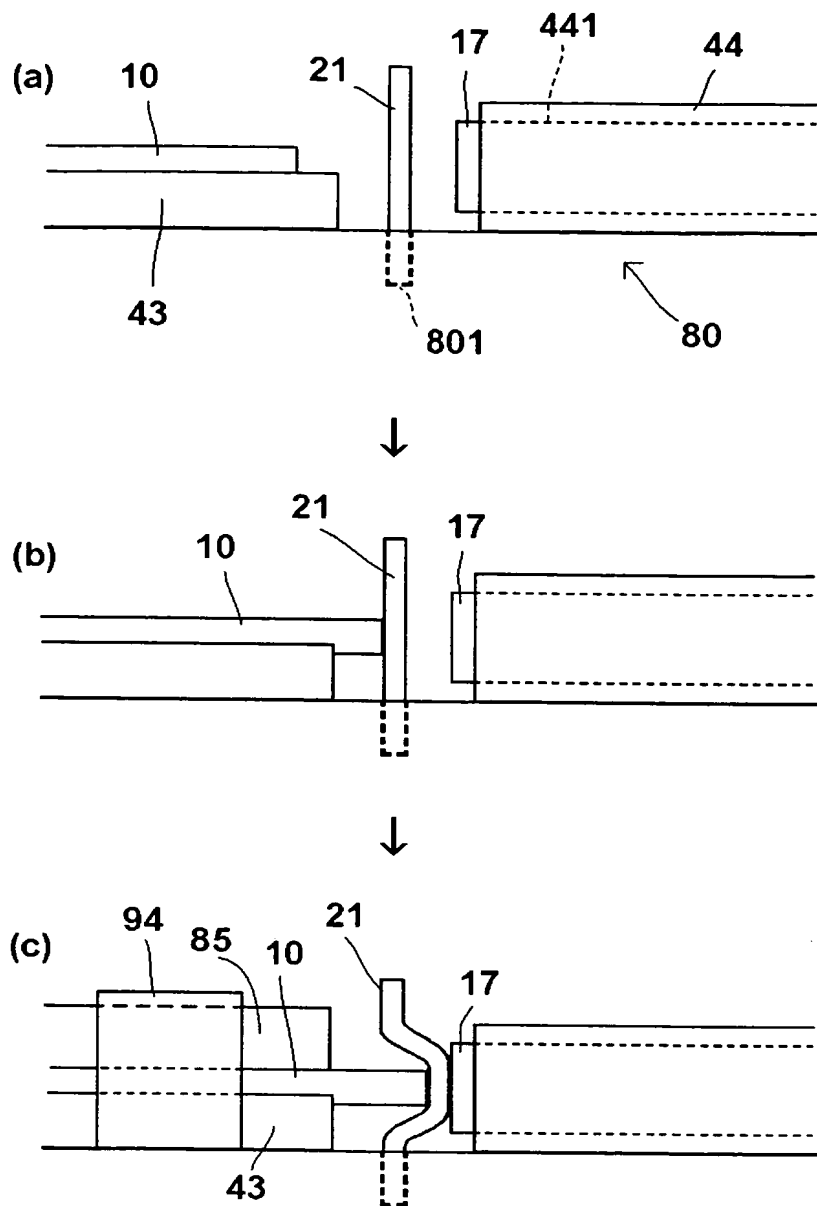
[図33]



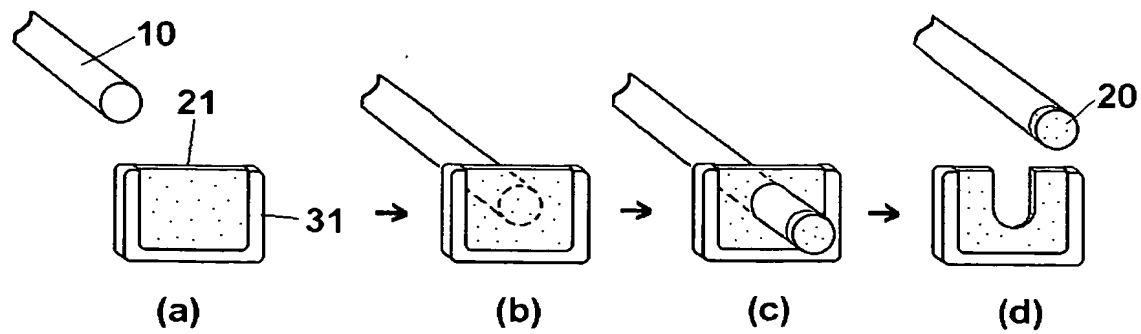
[図34]



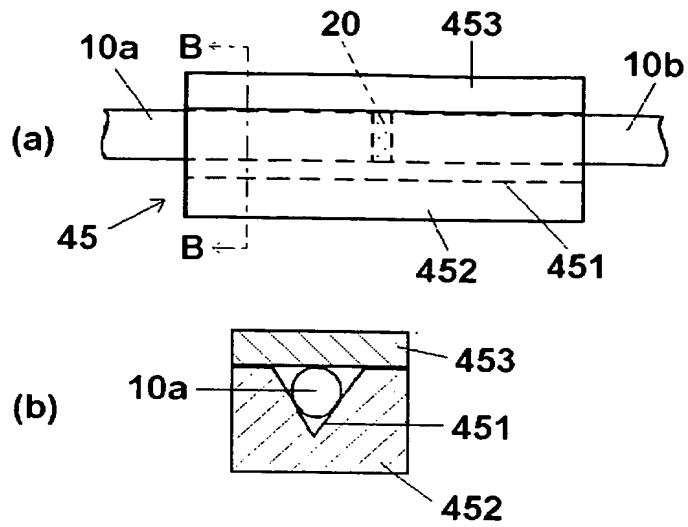
[図35]



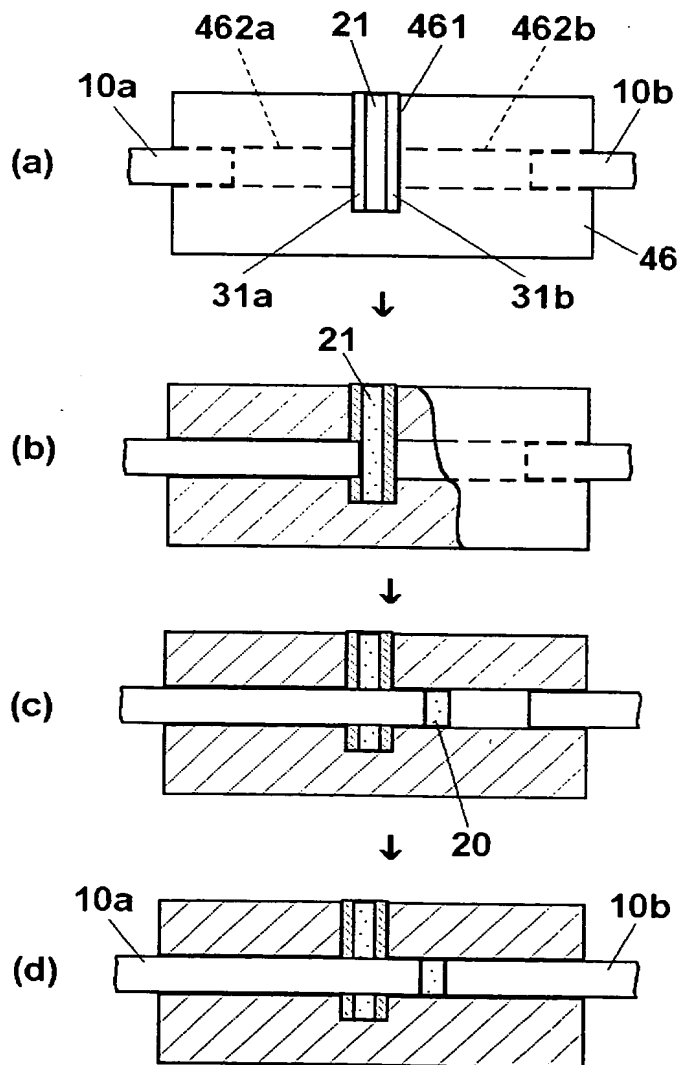
[図36]



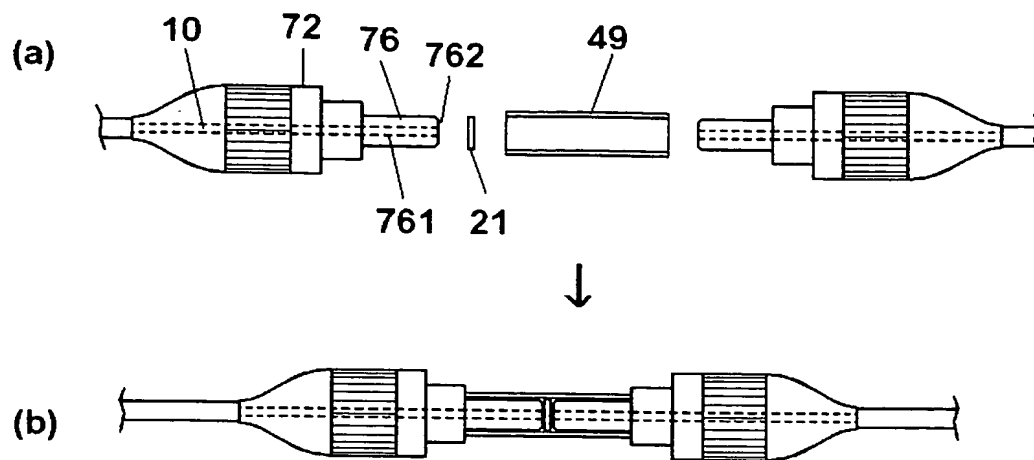
[図37]



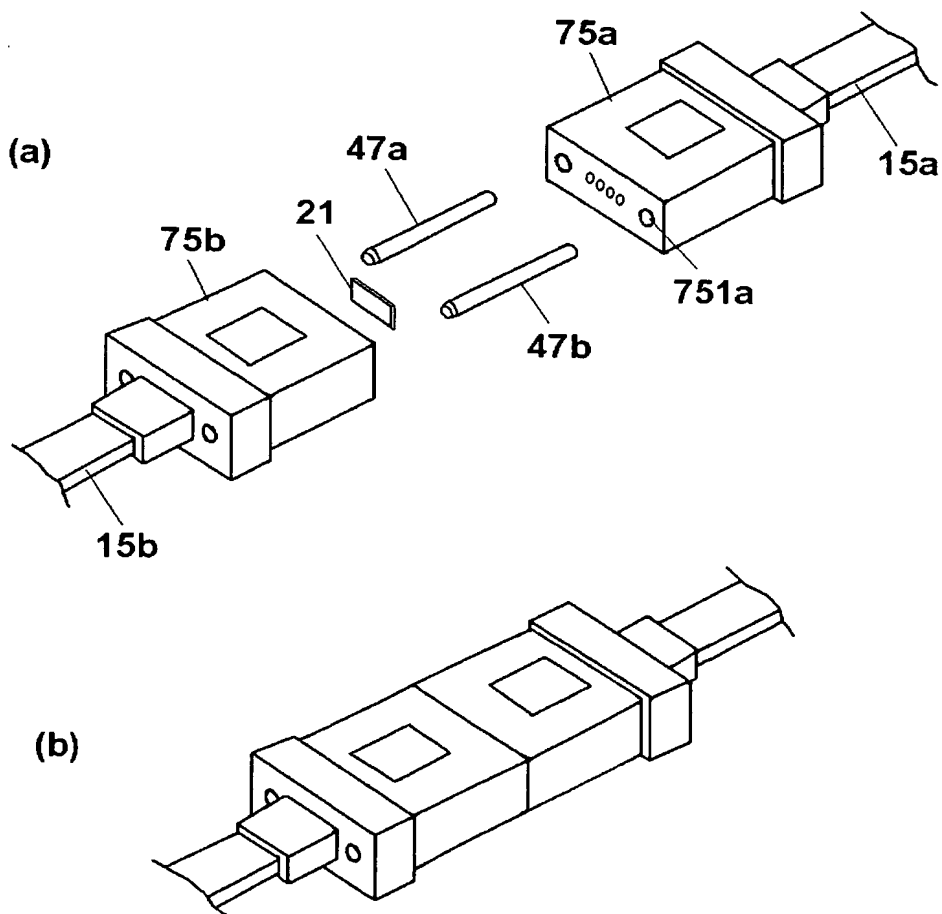
[図38]



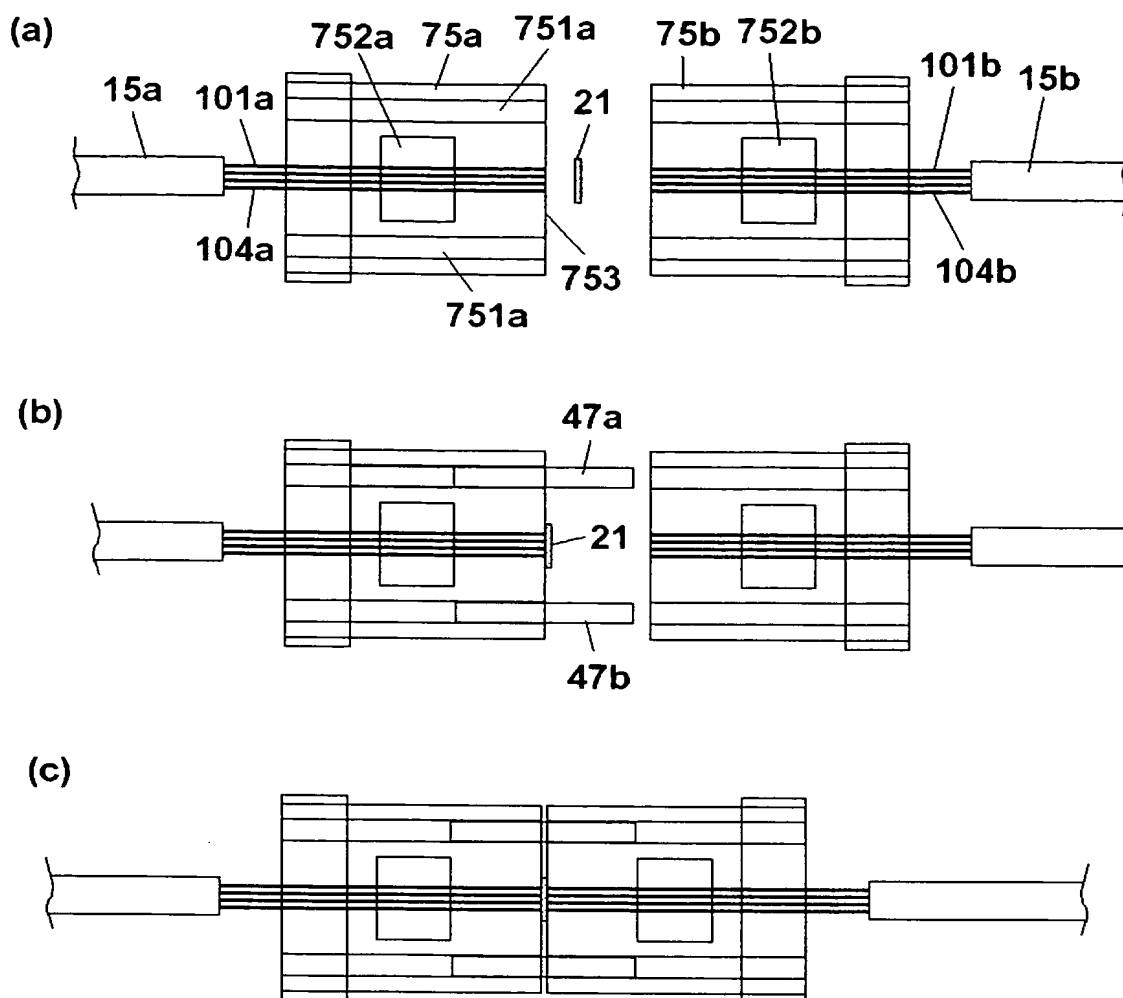
[図39]



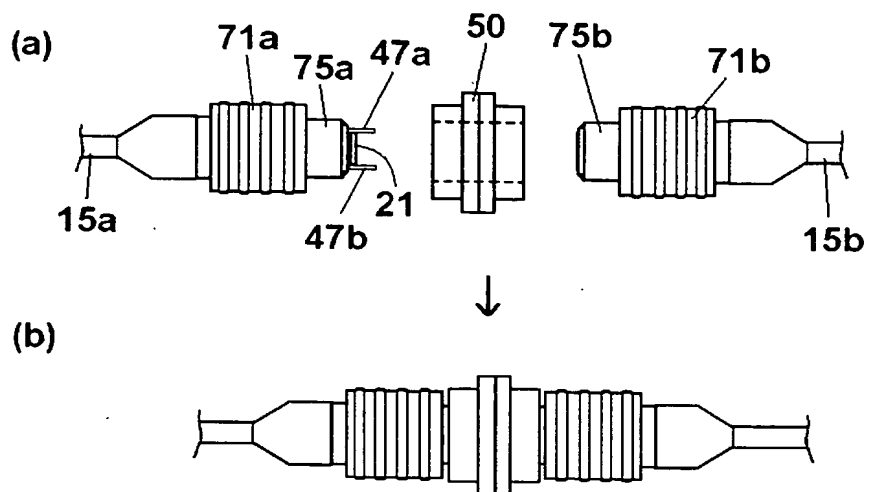
[図40]



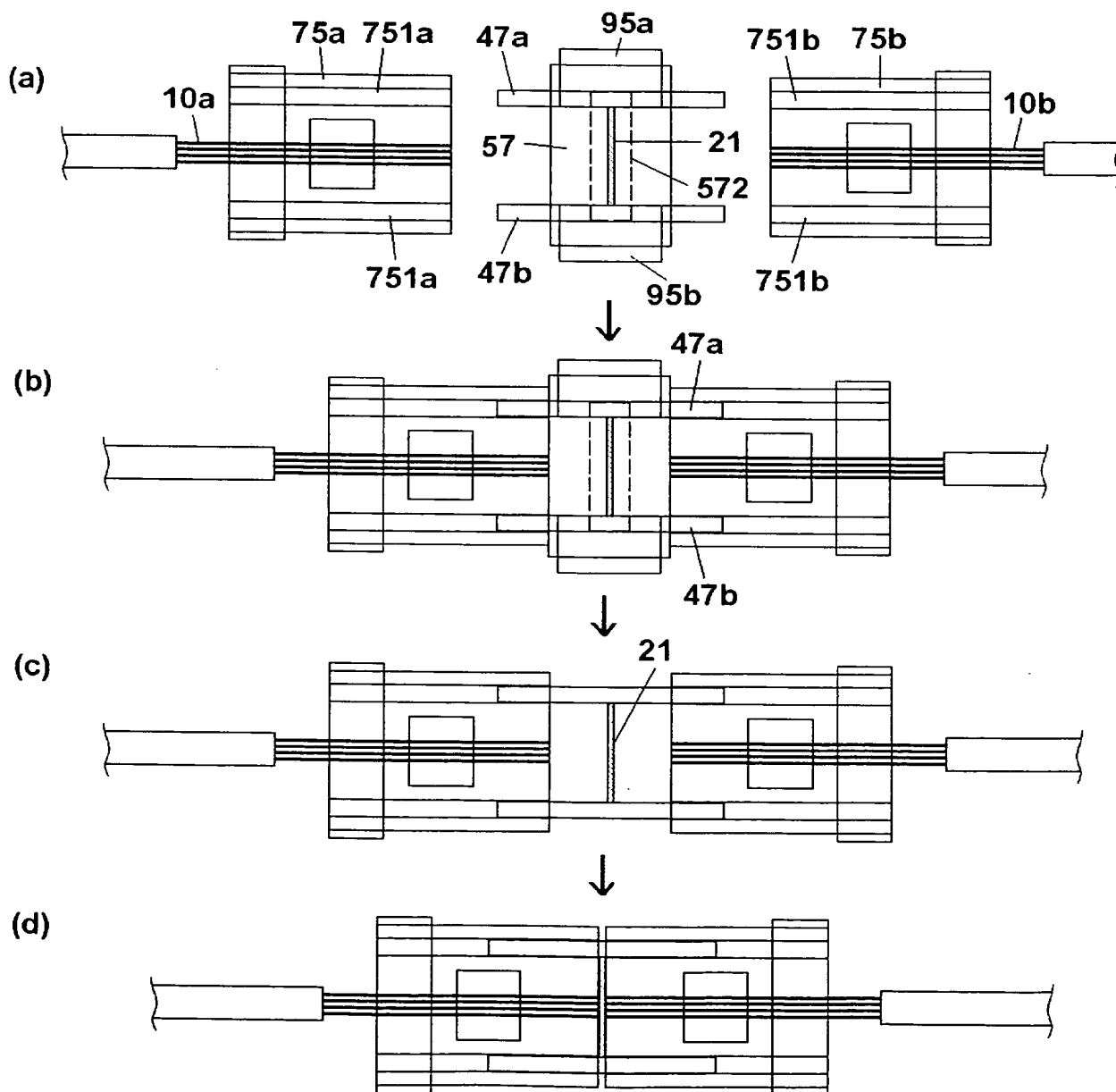
[図41]



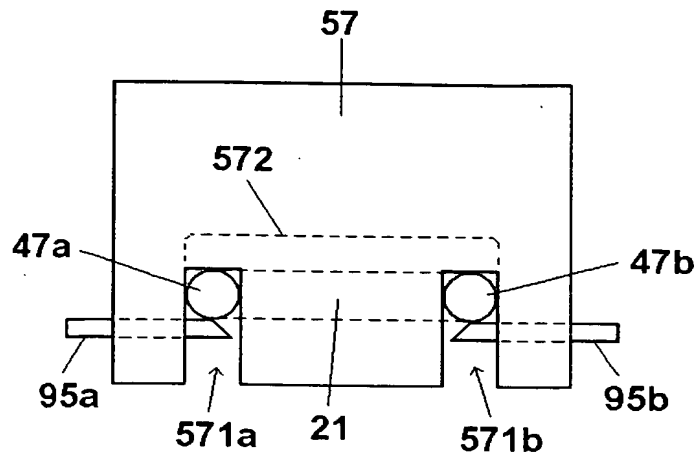
[図43]



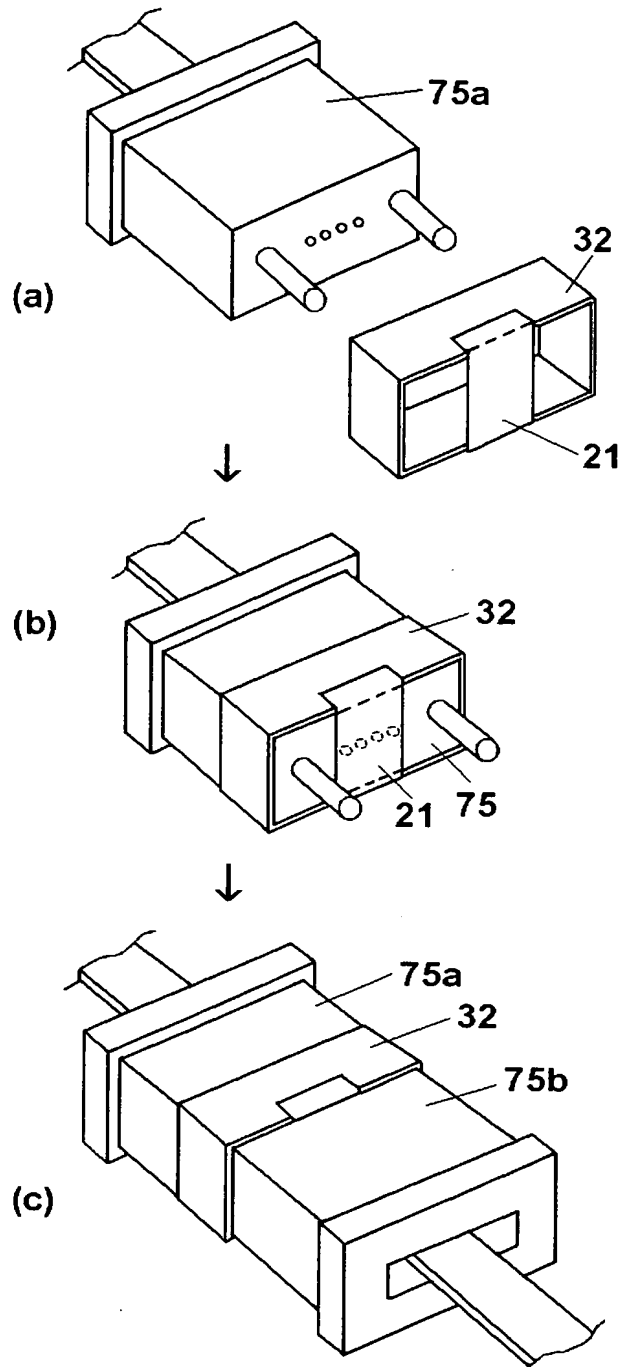
[図44]



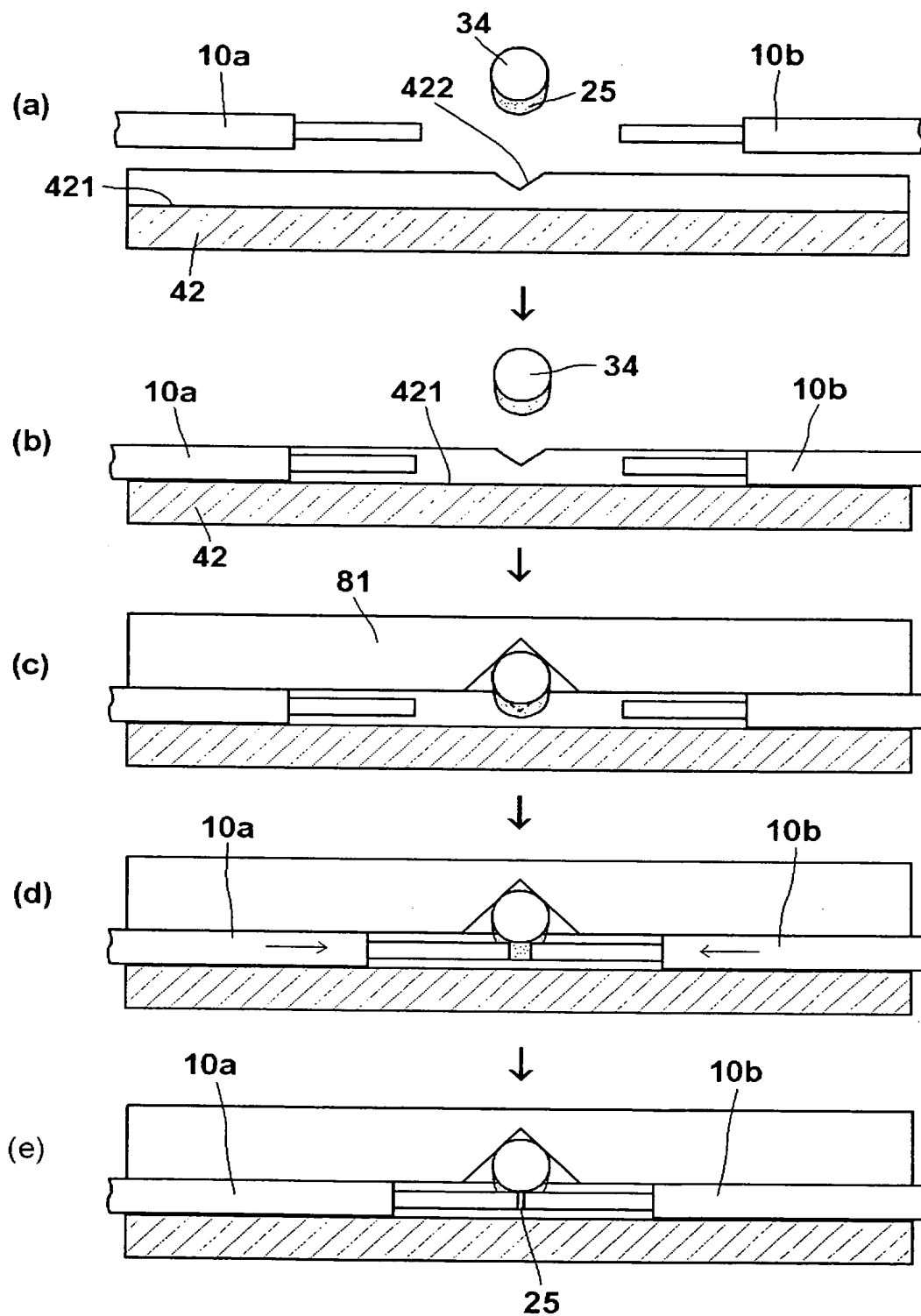
[図45]



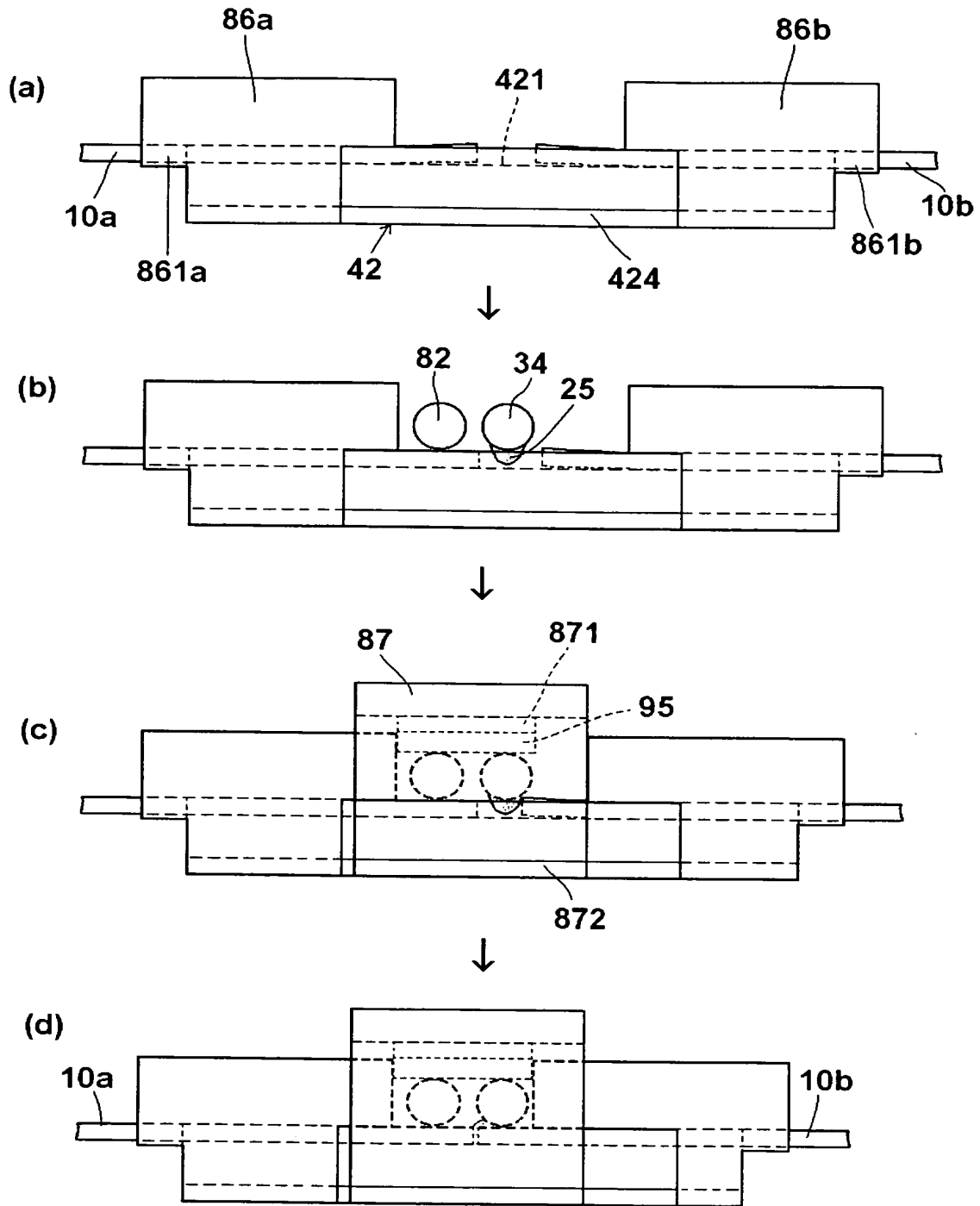
[図46]



[図47]



[図48]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/017065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B6/26, G02B6/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G02B6/26, G02B6/38

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JICST FILE (JOIS), WPI

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2001-124958 A (Yasuhiro KOIKE), 11 May, 2001 (11.05.01), Par. Nos. [0008] to [0027]; Fig. 1 (Family: none)	1, 3-5, 9 2, 6-8, 10-24
X Y	JP 59-101617 A (Siemens AG.), 12 June, 1984 (12.06.84), Page 3, upper left column, lines 4 to 11; Fig. 2 & EP 110072 A2 & DE 3241155 A & PT 77603 A & BR 830606 A	1, 5 2-4, 6-24
Y	JP 62-39660 A (Toshiba Silicone Co., Ltd.), 20 February, 1987 (20.02.87), Page 3, upper left column, line 3 to page 5, upper right column, line 2 (Family: none)	1-24

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
 "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 February, 2005 (10.02.05)

Date of mailing of the international search report
26 April, 2005 (16.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-47071 A (Sharp Corp.), 18 February, 2000 (18.02.00), Par. Nos. [0070] to [0073], [0085] to [0086]; Figs. 6, 10 & US 6254282 B1 & CN 1236898 A & KR 99087933 A & TW 424167 A	1-24
Y	JP 3-175406 A (Fujikura Densen Kabushiki Kaisha), 30 July, 1991 (30.07.91), Page 2, upper left column, line 17 to lower left column, line 15; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-24
Y	JP 1-179106 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 17 July, 1989 (17.07.89), Figs. 1, 3 (Family: none)	1-24
Y	JP 55-153912 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 01 December, 1980 (01.12.80), Page 2, upper left column, line 17 to lower left column, line 2; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-24
A	JP 2000-298224 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 24 October, 2000 (24.10.00), Figs. 4 to 6 (Family: none)	1-24

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B6/26, G02B6/38

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B6/26, G02B6/38

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS)
WPI

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 2001-124958 A (小池 康博) 2001. 05. 11, 【0008】-【0027】、第1図 (ファミリーなし)	1, 3-5, 9 2, 6-8, 1 0-24
X Y	JP 59-101617 A (シーメンス アクチエンゲゼルシャフト) 1984. 06. 12, 第3頁左上欄第4-11行、第2図 &EP 110072 A2 &DE 3241155 A &PT 77603 A &BR 830606 A	1, 5 2-4, 6- 24

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 02. 2005

国際調査報告の発送日

26.04.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

金高 敏康

2K

9712

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 62-39660 A (東芝シリコン株式会社) 198 7. 02. 20, 第3頁左上欄第3行-第5頁右上欄第2行 (ファミ リリーなし)	1-24
Y	JP 2000-47071 A (シャープ株式会社) 2000. 02. 18, 【0070】-【0073】、【0085】-【00 86】、第6、10図 &US 6254282 B1 &CN 1236898 A &KR 99087933 A &TW 424167 A	1-24
Y	JP 3-175406 A (藤倉電線株式会社) 1991. 0 7. 30, 第2頁左上欄第17行-左下欄第15行、第1、2図 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 1-179106 A (住友電気工業株式会社) 1989. 07. 17, 第1、3図 (ファミリーなし)	1-24
Y	JP 55-153912 A (日本電信電話公社) 1980. 1 2. 01, 第2頁左上欄第17行-左下欄第2行、第1、2図 (フ ァミリーなし)	1-24
A	JP 2000-298224 A (三菱レイヨン株式会社) 20 00. 10. 24, 第4-6図 (ファミリーなし)	1-24